



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”
ESCUELA DE POSGRADO**



**MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SISTEMAS CON MENCIÓN EN GERENCIA DE
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y GESTIÓN DEL SOFTWARE**

**“Sistema de información web 2.0 y tecnología android, en
el proceso de control y supervisión de obras de
construcción en la región Lambayeque para el año 2017”**

TESIS

**Presentada para optar el Grado Académico de Maestro
en Ingeniería de Sistemas con mención en Gerencia de
Tecnologías de la Información y Gestión del Software**

AUTOR:

Ing. Muro Núñez, Efraín Alejandro

ASESOR:

Mgtr. Ampuero Pasco, Gilberto Martin

LAMBAYEQUE - PERÚ

2021

“Sistema de información web 2.0 y tecnología android, en el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017”

Ing. Efraín Alejandro Muro Núñez

Autor

Mgtr. Gilberto Martin Ampuero Pasco

Asesor

Tesis presentada a la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo para optar el Grado Académico de: MAESTRO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS CON MENCIÓN EN GERENCIA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y GESTIÓN DEL SOFTWARE

Aprobado por:

Dr. ALBERTO ENRIQUE SAMILLAN AYALA
Presidente del Jurado

M.Sc. JESUS BERNARDO OLAVARRIA PAZ
Secretario del Jurado

M.Sc. ROBERTO CARLOS ARTEAGA LORA
Vocal del Jurado

Lambayeque, 2021

 UNPRG UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO	ESCUELA DE POSGRADO <i>M.Sc. Francis Villena Rodríguez</i>	Versión:	01
		Fecha de Aprobación	29-8-2020
UNIDAD DE INVESTIGACION	<u>FORMATO DE ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS</u>	Pág. 1 de 3	

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

Siendo las 17:00 horas del día lunes 18 de enero de 2021, se dio inicio a la Sustentación Virtual de Tesis soportado por el sistema Blackboard Ultra, preparado y controlado por la Unidad de Tele Educación de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, con la participación en la Video Conferencia de los miembros del Jurado, nombrados con Resolución N°1046-2019-EPG, de fecha 19 de agosto de 2019, conformado por:

Dr. ALBERTO ENRIQUE SAMILLAN AYALA	Presidente
<u>M.Sc. JESUS BERNARDO OLAVARRIA PAZ</u>	Secretario
<u>M.Sc. ROBERTO CARLOS ARTEAGA LORA</u>	Vocal
<u>M.Sc. GILBERTO MARTIN AMPUERO PASCO</u>	Asesor

Para evaluar el informe de tesis del tesista EFRAIN ALEJANDRO MURO NUÑEZ, candidato a optar el grado de MAESTRO EN INGENIERIA DE SISTEMAS CON MENCION EN GERENCIA DE TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION Y GESTION DEL SOFTWARE con la tesis titulada "SISTEMA DE INFORMACION WEB 2.0 Y TECNOLOGIAS ANDROID, EN EL PROCESO DE CONTROL Y SUPERVISION DE OBRAS DE CONSTRUCCION EN LA REGION LAMBAYEQUE PARA EL AÑO 2017".

El Sr. Presidente, después de transmitir el saludo a todos los participantes en la Video Conferencia de la Sustentación Virtual ordenó la lectura de la Resolución N°012-2021-EPG de fecha 12 de enero de 2021 que autoriza la Sustentación Virtual del Informe de Tesis correspondiente, luego de lo cual autorizó al candidato a efectuar la Sustentación Virtual, otorgándole 50 minutos de tiempo y autorizando también compartir su pantalla.

Culminada la exposición del candidato, se procedió a la intervención de los miembros del jurado, exponiendo sus opiniones y observaciones correspondientes, posteriormente se realizaron las preguntas al candidato.

Culminadas las preguntas y respuestas, el Sr. Presidente, autorizó el pase de

Formato : Físico/Digital	Ubicación : UI- EPG - UNPRG	Actualización:
--------------------------	-----------------------------	----------------

 UNPRG <small>UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO</small>	ESCUELA DE POSGRADO <i>M. Sc. Francis Villena Rodríguez</i>	Versión:	01
		Fecha de Aprobación	29-8-2020
UNIDAD DE INVESTIGACION	<u>FORMATO DE ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS</u>	Pág. 1 de 3	

los miembros del Jurado a la sala de video conferencia reservada para el debate sobre la Sustentación Virtual del Informe de tesis realizada por el candidato, evaluando en base a la rúbrica de sustentación y determinando el resultado total de la tesis con puntos 15, equivalente a Regular, quedando el candidato apto para optar el Grado de MAESTRO EN INGENIERIA DE SISTEMAS CON MENCIÓN EN GERENCIA DE TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION Y GESTION DEL SOFTWARE.

Se retornó a la Video Conferencia de Sustentación Virtual, se dio a conocer el resultado, dando lectura del acta y se culminó con los actos finales en la Video Conferencia de Sustentación Virtual.

Siendo las 19:30 horas se dio por concluido el acto de Sustentación Virtual.



PRESIDENTE



SECRETARIO



VOCAL



ASESOR

Formato : Físico/Digital	Ubicación : UI- EPG - UNPRG	Actualización:
--------------------------	-----------------------------	----------------

Declaración jurada de originalidad

Yo, Efraín Alejandro Muro Núñez investigador principal, y Gilberto Martin Ampuero Pasco, asesor del trabajo de investigación “Sistema de información web 2.0 y tecnología android, en el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017”, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrará lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiere lugar. Que puede conducir a la anulación del título o grado emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, 03 de Febrero del 2021

Nombre del investigador (es) Efraín Alejandro Muro Núñez.

Nombre del asesor Gilberto Martin Ampuero Pasco

AGRADECIMIENTOS

El antes, durante y después de la elaboración del presente trabajo de investigación estuvo colmado de retos, y momentos difíciles de afrontar en el plano cognitivo, laboral, económico, temporal y emocional; por ello, el éxito de la culminación de la presente fue gracias:

A Dios

Por darme salud y la inteligencia emocional necesaria.

A mi Papa

Por darme apoyo moral e incondicional, y respaldar todas mis decisiones, aunque ya no estés saca conmigo sé que siempre estas a mi lado acompañándome en todo lo que hago.

A mis hermanos y sobrina

Por su apoyo constante que siempre me dan en todo lo que hago

A la UNPRG

Por facilitar el logro de competencias y contribuir en mi formación profesional.

DEDICATORIA

A mi familia, en especial a mi madre por sus permanentes ánimos y motivación para el cumplimiento de mis objetivos; a mi padre por sus sabios y experimentados consejos que me dejo para superarme cada día más así ya no estés acá conmigo me enseñaste muchas cosas; a mis hermanos Lila y Beto por ser ejemplo de superación en el plano laboral, profesional y humano; y en especial a mi hijo alex Fabián que es motivo de que cada día siga superándome en lo académico y profesional, gracias a ellos pude terminar la elaboración de la presente tesis.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como principal propósito determinar el efecto que produce el uso de un sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android, en el registro del Cuaderno de Obra Actividades como el control y supervisión de Obras en la Región Lambayeque para el Año 2017. Es una investigación aplicada o tecnológica, de enfoque cuantitativo y alcance explicativo; con diseño cuasi experimental con dos muestras representativas disponibles, conformada por 40 Constructoras: 20 para el grupo de control y 20 para el grupo experimental. El diseño de experimentación uso un cuestionario online para la recolección de datos, en etapas de pre prueba y pos prueba, elaborado minuciosamente a partir de la matriz de operacionalización de las variables de estudio. Se aplicó la prueba T Student para muestras independientes con el objeto de comparar la media aritmética de los resultados obtenidos en las etapas de pre prueba y pos prueba de ambos grupos. El procesamiento estadístico determinó en primer orden, que no existen diferencias significativas en los resultados obtenidos en la etapa de pre prueba de ambos grupos, bajo las condiciones iniciales del estudio; sin embargo, después de la presencia e intervención del estímulo experimental en la etapa de pos prueba; es decir, el uso directo del sistema de información por parte del grupo experimental, permitió evidenciar que existen diferencias significativas entre ambos grupos, siendo favorable la media aritmética del grupo experimental, y que en tanto el grupo de control solo alcanzo resultados similares a la etapa de pre prueba; por lo cual, la investigación determinó que el efecto que produce el uso de un sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android, es la efectividad del Registro en el Cuaderno de Obras las actividades como el control y supervisión de obras en la Región Lambayeque para el año 2017. Por ello, los resultados del estudio validaron de forma empírica la hipótesis de investigación, con lo cual el estudio dio respuesta a las preguntas de investigación y el cumplimiento oportuno de los objetivos trazados previamente. Palabras claves: sistema de información web 2.0, aplicación web, aplicación móvil, tecnología Android, ejecución de obras, supervisión de obras, investigación tecnológica, diseño cuasi experimental, investigación cuantitativa, investigación explicativa.

ABSTRACT

The main purpose of this research work was to determine the effect produced by the use of an information system based on web 2.0 and Android technology, in the registry of the Work Notebook Activities such as the control and supervision of Works in the Lambayeque Region for the Year 2017. It is an applied or technological research, with a quantitative approach and explanatory scope; With a quasi-experimental design with two representative samples available, made up of 40 Construction Companies: 20 for the control group and 20 for the experimental group. The experimentation design used an online questionnaire for data collection, in pre-test and post-test stages, carefully elaborated from the operationalization matrix of the study variables. The Student's t test was applied for independent samples in order to compare the arithmetic mean of the results obtained in the pre-test and post-test stages of both groups. Statistical processing determined in the first order that there are no significant differences in the results obtained in the pre-test stage of both groups, under the initial conditions of the study; however, after the presence and intervention of the experimental stimulus in the post-test stage; In other words, the direct use of the information system by the experimental group, allowed to show that there are significant differences between both groups, the arithmetic mean of the experimental group being favorable, and that while the control group only achieved results similar to the stage pre-test; Therefore, the investigation determined that the effect produced by the use of an information system based on web 2.0 and Android technology is the effectiveness of the Registry in the Works Notebook of activities such as the control and supervision of works in the Region Lambayeque for the year 2017. Therefore, the results of the study empirically validated the research hypothesis, with which the study responded to the research questions and the timely fulfillment of the previously outlined objectives.

Keywords: web 2.0 information system, web application, mobile application, Android technology, execution of works, supervision of works, technological research, quasi-experimental design, quantitative research, explanatory research.

INDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Formulación Del Problema	4
1.2.1. Problema General.....	4
1.2.2 Problemas específicos	4
1.3. Hipótesis.....	5
1.4. Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5. Justificación e importancia de la investigación.....	5
CAPITULO II	7
MARCO TEORICO.....	7
2.1 Antecedentes del estudio.....	7
2.1.1. Medio Electrónico	7
2.1.2. Medio Electrónico:	8
2.1.3. Medio Electrónico:	8
2.2. Bases teóricas – científicas.	9
2.2.1. El proceso de registro en el libro de Obras.	9
2.2.1.1. Cuaderno de Obra.	9
2.2.1.2. Proceso de llenado del Cuaderno de Obra.	13
2.2.1.3. Los sistemas de información: una forma alternativa de registro de Obras.	22
2.2.1.4. ¿Cuáles son las ventajas de usar Sistemas de Información para el control y supervisión de Obras de Construcción?	23
2.2.1.5. Medición de la efectividad en proceso de control y supervisión de obras de construcción	25
2.2.1.5.1. Herramientas de medición: los indicadores.....	25
2.2.1.5.2. KPI de Efectividad: Eficacia y Eficiencia para procesos	29
2.2.2. Los sistemas de información: basados en la web y tecnología Android.	40
2.2.2.1. Recursos tecnológicos para los sistemas de información web y móviles	41
2.2.2.1.1. Aplicaciones web 2.0	41
2.2.2.1.2. Tecnologías de base de datos	47
2.2.2.1.3. Tecnologías de desarrollo móvil con Android	50
2.2.2.1.4. Correo electrónico	52

2.2.2.2. Proceso de desarrollo de software o sistemas de información	54
2.2.2.2.1. Ingeniería de software para la producción de software	55
2.2.2.2.2. Proceso de software	56
2.2.2.2.3. Modelos de proceso	62
2.2.2.3. Medición de los sistemas de información en general	94
2.2.2.3.1. Calidad desde la perspectiva del producto software.	95
2.2.2.3.2. Modelos de medición de la calidad de software o sistemas informáticos ..	96
2.3. Definición de términos básicos.....	123
2.3.1. Municipalidad	123
2.3.2. Ingeniero	123
2.3.3. Cuaderno de Obra	124
2.3.4. Código Snip.....	124
2.3.5. Proceso de Registro en el Cuaderno de Obra	124
2.3.6. Visualización y/o Impresión de Actividades en el Cuaderno de Obra	124
2.3.7. Obras de Construcción	124
2.3.8. Política de estado	125
2.3.9. Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática	125
2.3.10. Plan Nacional de Gobierno Electrónico e Informática	125
2.3.11. Estrategia Nacional de Gobierno Electrónico	125
2.4. Sistema de hipótesis.....	126
2.4.1. Hipótesis general.....	126
2.5. Sistema de variables	127
2.5.1. Matriz de consistencia.....	127
2.5.2. Matriz operacional de las variables	129
CAPITULO III	131
3. METODOLOGÍA.....	131
3.1. Tipo de investigación.....	131
3.1.1. Enfoque de la investigación	131
3.1.2. Alcance de la investigación.....	132
3.2. Diseño de investigación.....	132
3.2.1. Diseño de experimento	133
3.3. Población y muestra	134
3.3.1. Población	134
3.3.2. Muestra poblacional.....	134
3.3.3. Muestra experimental	135
3.4. Métodos	135

3.4.1. Método general: Teórico	135
3.4.1.1. Hipotético - Deductivo.....	135
3.4.2. Método específico: Empírico	136
3.4.2.1. Experimental	136
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	137
3.5.1. Técnica	137
3.5.2. Instrumento de recolección de datos	137
3.6. Técnicas de procesamiento de datos	138
3.6.1. Estadística descriptiva	138
3.6.1.1. Distribución de frecuencias	138
3.6.1.1.1. Gráfico de bastón	139
3.6.1.1.2. Histograma	139
3.6.1.1.3. Polígono de frecuencias.....	139
3.6.1.1.4. Curva de frecuencias	140
3.6.1.2. Medidas de tendencia central	140
3.6.1.2.1. Moda	140
3.6.1.2.2. Mediana.....	141
3.6.1.2.3. Media.....	141
3.6.1.3. Medidas de variabilidad o dispersión	141
3.6.1.3.1. Rango.....	142
3.6.1.3.2. Desviación estándar.....	142
3.6.1.3.3. Varianza	142
3.6.2. Estadística inferencial	143
3.6.2.1. Contraste de hipótesis.....	143
3.6.2.1.1. Hipótesis Estadística Nula (H ₀).....	144
3.6.2.1.2. Hipótesis Estadística Alternativa (H ₁)	144
3.6.2.2. Prueba T Student	144
3.7. Selección y validación de los instrumentos de investigación.....	145
3.7.1. Confiabilidad del instrumento	145
3.7.2. Validez del instrumento.....	145
CAPÍTULO IV	146
4. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN	146
4.1. Definición del proyecto	146
4.1.1. Asignación de roles.....	146
4.1.2. Determinación de valores.....	147
4.2. Identificación de requerimientos	147

4.2.1. Sprint 0	147
4.2.1.1. Identificación y análisis del mapa de procesos	147
4.2.1.1.1. Mapa de procesos nivel 1	148
4.2.1.2. Artefacto: Historias de usuarios (Epics)	149
4.2.1.3. Artefacto: Product Backlog	152
4.2.1.4. Gestión del Product Backlog	153
4.3. Gestión del proyecto	154
4.3.1. Sprint 01	154
4.3.1.1. Planeación	154
4.3.1.1.1. Sprint Planning	154
4.3.1.1.2. Artefacto: Sprint Backlog 01	154
4.3.1.2. Diseño	155
4.3.1.2.1. Gestión del Sprint Backlog 01	156
4.3.1.2.2. Artefacto: Metáforas	156
4.3.1.3. Desarrollo	159
4.3.1.3.1. Asignación de tareas	159
4.3.1.3.2. Artefacto: Metáforas	160
4.3.1.3.3. Seguimiento y avance de Sprint 03 con Scrum Diario	164
4.3.1.4. Prueba	165
4.3.1.4.1. Control y cumplimiento del producto	165
4.3.1.4.2. Prueba de aceptación	166
CAPÍTULO V	170
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	170
5.1. Presentación de resultados	170
5.1.1. Confiabilidad del instrumento aplicado a grupo de control y experimental	170
5.2. Tratamiento estadístico e interpretación de cuadros a nivel descriptivo	170
5.2.1. Estadígrafos para grupo de control	170
5.2.1.1. Histogramas y curvas de frecuencias correspondiente al grupo de control	172
5.2.1.2. Consolidado de estadígrafos para cuestionario aplicado a grupo de control - pre prueba	173
5.2.1.3. Consolidado de estadígrafos para cuestionario aplicado a grupo de control - pos prueba	174
5.2.1.4. Comparación de medias para cuestionario aplicado a grupo de control en etapas de pre prueba y pos prueba.	175
5.2.2. Estadígrafos para grupo experimental	176
5.2.2.1. Histogramas y curvas de frecuencias correspondiente al grupo de experimental	177

5.2.2.2. Consolidado de estadígrafos para cuestionario aplicado a grupo de experimental - pre prueba.....	178
5.2.2.3. Consolidado de estadígrafos para cuestionario aplicado a grupo de experimental - pos prueba	179
Interpretación:	181
5.3 Tratamiento estadístico e interpretación de cuadros a nivel inferencial	181
5.3.1 Pruebas de normalidad aplicado a cuestionario de grupo de control	181
5.3.2 Pruebas de normalidad aplicado a cuestionario de grupo experimental	182
5.3.3. Comparación de medias en cuestionario aplicado a grupo de control	183
5.3.3.1. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 01.....	183
5.3.3.2. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 02	184
5.3.3.3. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 03	185
5.3.3.4. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 04	186
5.3.3.5. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 05	187
5.3.3.6. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 06	189
5.3.3.7. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 07	190
5.3.3.8. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 08.....	191
5.3.3.9. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 09	192
5.3.3.10. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 10	194
5.3.4 Comparación de medias en cuestionario aplicado a grupo experimental	195
5.3.4.1. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 01.....	195
5.3.4.2. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 02	196
5.3.4.3. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 03	197
5.3.4.4. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 04	199
5.3.4.5. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 05	200
5.3.4.6. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 06	201
5.3.4.7. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 07	203
5.3.4.8. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 08	204
5.3.4.9. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 09	205
5.3.4.10. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 10	206
5.4. Contraste y validación de la hipótesis estadística	208
5.4.1. Prueba T para muestras independientes aplicado a grupo de control	208
5.4.1.1. Promedio de efectividad del proceso de registro	208
5.4.1.2. Promedio de calidad de uso del aplicativo informático	209
5.4.2. Prueba T para muestras independientes aplicado a grupo experimental	210
5.4.2.1 Promedio de efectividad del proceso de registro	210

5.4.2.2 Promedio de calidad de uso del aplicativo informatico	211
5.5 Discusión de resultados	213
CONCLUSIONES	216
RECOMENDACIONES	218
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	220
ANEXOS	226

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cuaderno de Obra	9
Figura 2: Razón entre dos variables con una misma unidad de medida	36
Figura 3: Razón entre una misma variable, pero en periodos diferentes	36
Figura 4: Relación entre dos variables con distinta unidad de medida	36
Figura 5: Permiten medir la evolución de una variable en el tiempo, a partir de un valor base.	37
Figura 6: Flujos de proceso de software	60
Figura 7: Modelo de cascada	64
Figura 8: Modelo Incremental	66
Figura 9: Modelo basado en la reutilización	67
Figura 10: Modelo espiral	69
Figura 11: Proceso de Software de la programación extrema XP	77
Figura 12: Proceso del marco de trabajo SCRUM	79
Figura 13: Herramienta grafica de analisis Burndow	93
Figura 14: Herramienta grafica de análisis: Burnup	94
Figura 15 Características de calidad en uso de Software	100
Figura 17: Mapa de Procesos del Nivel 1	148
Figura 18: Product Backlog	153
Figura 19: Product Backlog	153
Figura 20: Gestión de Sprint Backlog 01	156
Figura 21: Formulario de autenticación de usuarios desde web	161
Figura 22: Formulario de autenticación de usuarios aplicación Android	161
Figura 23: Formulario de Registro de Usuarios desde la web 2.0	162
Figura 24: Formulario de registro de acontecimientos vía Aplicación Android	163
Figura 25: Formulario de reportes de acontecimientos vía Aplicación web 2.0	164
Figura 26: Gráfico Burn Down de Sprint 01	164
Figura 27: Gráfico Burn Down de Sprint 01	165
Figura 28: Histograma del grupo de control – pre prueba	172
Figura 30: Comparacion de medias	175
Figura 31: Tabla T - Student	226

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: PBI Región Lambayeque (En Miles).....	2
Tabla 2: Fórmulas genéricas para la medición de la efectividad, eficacia y eficiencia.	31
Tabla 3: Ejemplo de indicadores de eficacia.....	33
Tabla 4: Criterios de validez para formulación de indicadores.....	38
Tabla 5:Características y prácticas de la programación extrema.....	72
Tabla 6: Modelo flexible de pila de producto.....	85
Tabla 7: Modelo genérico de pila de sprint.....	88
Tabla 8: Características y sub características de la calidad interna y externa.....	99
Tabla 9: Métricas de eficacia para la calidad en uso del software o sistemas informáticos.....	103
Tabla 10: Métricas de productividad para la calidad en uso del software y sistemas informáticos.....	104
Tabla 11: Métricas de seguridad para la calidad en uso del software y sistemas informáticos.	105
Tabla 12: Métricas de satisfacción para la calidad en uso del software y sistemas informáticos	106
Tabla 13:Característica de calidad de producto software o sistema informático.....	108
Tabla 14: Característica de calidad en uso de software y sistemas informáticos.....	109
Tabla 15: Métricas de eficacia para la calidad en uso de software.....	110
Tabla 16: Métricas de eficiencia para la calidad en uso de software.....	111
Tabla 17: Métricas de utilidad para la calidad en uso del software.....	112
Tabla 18: Métricas de confianza para calidad en uso de software.....	113
Tabla 19: Métricas de comodidad para calidad en uso de software.....	113
Tabla 20: Métricas de mitigación de riesgos para calidad en uso de software.....	114
Tabla 21: Métricas financieras para calidad en uso de software.....	115
Tabla 22: Métricas de salud y seguridad para la calidad en uso de software.....	116
Tabla 23: Métricas de medio ambiente para calidad en uso de software.....	117
Tabla 24: Métricas de contexto completado para calidad en uso de software.....	118
Tabla 25: Métricas de flexibilidad para calidad en uso de software.....	119
Tabla 26: Muestra representativa poblacional del estudio.....	134
Tabla 27: Muestra representativa experimental del estudio.....	135
Tabla 28: Roles del Equipo Scrum.....	146
Tabla 29: Historia de Usuario CPR1.....	149
Tabla 30: Historia de Usuario CPR2.....	150
Tabla 31:Historia de Usuario INN1.....	150
Tabla 32: Historia de Usuario RAN1.....	151
Tabla 33: Historia de Usuario RPN1.....	151
Tabla 34: Product Backlog o Pila del producto.....	152
Tabla 35: Sprint backlog 01.....	155
Tabla 36: Metáfora CPR1.....	157
Tabla 37: Metáfora CPR2.....	157
Tabla 38: Metáfora INN1.....	158
Tabla 39: Metáfora RAN1.....	159
Tabla 40: Metáfora RPN1.....	159
Tabla 41: Asignación de fechas para cumplimiento de tareas para Sprint 01.....	160
Tabla 42:Prueba de aceptación PA01.....	166

Tabla 43: Prueba de aceptación PA02	167
Tabla 44: Prueba de aceptación PA04	167
Tabla 45: Prueba de aceptación PA04	168
Tabla 46: Prueba de aceptación PA05	169
Tabla 47: Estadísticas de fiabilidad	170
Tabla 48: Resumen de estadígrafos para grupo de control	171
Tabla 49: Consolidado de estadígrafos para cuestionario aplicado a grupo de control - pre prueba	173
Tabla 50: Consolidado de estadígrafos para cuestionario aplicado a grupo de control - pos prueba	174
Tabla 51: Pruebas de normalidad aplicado a cuestionario de grupo de control	181
Tabla 52: Prueba de normalidad aplicado a cuestionario de grupo experimental	182
Tabla 53: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 01 aplicado a grupo de control	183
Tabla 54: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 01 aplicado a grupo de control ..	183
Tabla 55: Prueba T de muestras independientes según pregunta 01 aplicado a grupo de control	183
Tabla 56: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 02 aplicado a grupo de control	184
Tabla 57: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 02 aplicado a grupo de control ..	184
Tabla 58: Prueba T de muestras independientes según pregunta 02 aplicado a grupo de control	184
Tabla 59: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 03 aplicado a grupo de control	185
Tabla 60: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 03 aplicado a grupo de control ..	185
Tabla 61: Prueba T de muestras independientes según pregunta 03 aplicado a grupo de control	185
Tabla 62: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 04 aplicado a grupo de control	186
Tabla 63: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 04 aplicado a grupo de control ..	186
Tabla 64: Prueba T de muestras independientes según pregunta 04 aplicado a grupo de control	186
Tabla 65: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 05 aplicado a grupo de control	187
Tabla 66: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 05 aplicado a grupo de control ..	188
Tabla 67: Prueba T de muestras independientes según pregunta 05 aplicado a grupo de control	188
Tabla 68: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 06 aplicado a grupo de control	189
Tabla 69: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 06 aplicado a grupo de control ..	189
Tabla 70: Prueba T de muestras independientes según pregunta 06 aplicado a grupo de control	189
Tabla 71: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 07 aplicado a grupo de control	190
Tabla 72: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 07 aplicado a grupo de control ..	190
Tabla 73: Prueba T de muestras independientes según pregunta 07 aplicado a grupo de control	190

Tabla 74: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 08 aplicado a grupo de control.....	191
Tabla 75: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 08 aplicado a grupo de control ..	191
Tabla 76: Prueba T de muestras independientes según pregunta 08 aplicado a grupo de control	192
Tabla 77: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 09 aplicado a grupo de control.....	192
Tabla 78: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 09 aplicado a grupo de control ..	193
Tabla 79: Prueba T de muestras independientes según pregunta 09 aplicado a grupo de control	193
Tabla 80: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 10 aplicado a grupo de control.....	194
Tabla 81: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 10 aplicado a grupo de control ..	194
Tabla 82: Prueba T de muestras independientes según pregunta 10 aplicado a grupo de control	194
Tabla 83: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 01 aplicado a grupo experimental.....	195
Tabla 84: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 01 aplicado a grupo experimental	195
Tabla 85: Prueba T de muestras independientes según pregunta 01 aplicado a grupo experimental	195
Tabla 86: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 02 aplicado a grupo experimental.....	196
Tabla 87: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 02 aplicado a grupo experimental	196
Tabla 88: Prueba T de muestras independientes según pregunta 02 aplicado a grupo experimental	197
Tabla 89: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 03 aplicado a grupo experimental.....	197
Tabla 90: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 03 aplicado a grupo experimental	198
Tabla 91: Prueba T de muestras independientes según pregunta 03 aplicado a grupo experimental	198
Tabla 92: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 04 aplicado a grupo experimental.....	199
Tabla 93: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 04 aplicado a grupo experimental	199
Tabla 94: Prueba T de muestras independientes según pregunta 04 aplicado a grupo experimental	199
Tabla 95: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 05 aplicado a grupo experimental.....	200
Tabla 96: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 05 aplicado a grupo experimental	200
Tabla 97: Prueba T de muestras independientes según pregunta 05 aplicado a grupo experimental	200
Tabla 98: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 06 aplicado a grupo experimental.....	201

Tabla 99: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 06 aplicado a grupo experimental	202
Tabla 100: Prueba T de muestras independientes según pregunta 06 aplicado a grupo experimental	202
Tabla 101: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 07 aplicado a grupo experimental.....	203
Tabla 102: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 07 aplicado a grupo experimental	203
Tabla 103: Prueba T de muestras independientes según pregunta 07 aplicado a grupo experimental	203
Tabla 104: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 08 aplicado a grupo experimental.....	204
Tabla 105: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 08 aplicado a grupo experimental	204
Tabla 106: Prueba T de muestras independientes según pregunta 08 aplicado a grupo experimental	204
Tabla 107: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 09 aplicado a grupo experimental.....	205
Tabla 108: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 09 aplicado a grupo experimental	205
Tabla 109: Prueba T de muestras independientes según pregunta 09 aplicado a grupo experimental	206
Tabla 110: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 10 aplicado a grupo experimental.....	206
Tabla 111: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 10 aplicado a grupo experimental	207
Tabla 112: Prueba T de muestras independientes según pregunta 10 aplicado a grupo experimental	207
Tabla 113: Formulación de la hipótesis estadística a preguntas del 01 al 05 aplicado a grupo de control.....	208
Tabla 114: Resumen estadístico correspondiente a preguntas del 01 al 05 aplicado a grupo de control.....	208
Tabla 115: Prueba T de muestras independientes según preguntas del 01 al 05 aplicado a grupo de control	208
Tabla 116: Formulación de la hipótesis estadística a preguntas del 06 al 10 aplicado a grupo de control.....	209
Tabla 117: Resumen estadístico correspondiente a preguntas del 01 al 05 aplicado a grupo de control.....	209
Tabla 118: Prueba T de muestras independientes según preguntas del 06 al 10 aplicado a grupo de control	209
Tabla 119: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a preguntas del 01 al 05 aplicado grupo experimental	210
Tabla 120: Resumen estadístico correspondiente a preguntas del 01 al 05 aplicado a grupo experimental	210
Tabla 121: Prueba T de muestras independientes según preguntas del 01 al 05 aplicado a grupo experimental	210
Tabla 122: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a preguntas del 06 al 10 aplicado grupo experimental	211

Tabla 123:Resumen estadístico correspondiente a preguntas del 06 al 10 aplicado a grupo experimental	211
Tabla 124:Prueba T de muestras independientes según preguntas del 06 al 10 aplicado a grupo experimental	212

INTRODUCCIÓN

Actualmente en el Perú, están destinando importantes cuantías de sus inversiones en la ejecución de obras públicas, lo cual debería contribuir con el crecimiento y desarrollo económico de sus respectivas regiones. No sólo por el monto de las inversiones, sino también por lo que las obras representan en el crecimiento y desarrollo económico social, pues deben estar destinados a incrementar la calidad de vida de la sociedad y a la satisfacción de sus necesidades. Son muchos los análisis que reconocen los efectos favorables de la ejecución de obras públicas y privadas en todo el país sobre el crecimiento económico de una región, sin embargo, llegado a este punto, es necesario detenerse y analizar si éstas se están ejecutando con la eficiencia requerida ya que una obra mal ejecutada generaría más bien pérdida para la región tanto por el gasto que esta representa como por los beneficios que no se darían por la obra mal ejecutada, los cuales constituyen un serio obstáculo para el desarrollo económico y social de las regiones.

Para ilustrar tal situación, podemos observar como empresas constructoras tiene problemas en el registro del cuaderno de obra, así como su revisión de la misma ya que este cuaderno no facilita su revisión a detalle de los registros que pudieran hacerse de las ocurrencias que hay en obra, así como también que no sea tan accesibles para cualquier persona que desee revisar algún acontecimiento registrado.

A dicha situación problemática en la presente investigación se buscó alternativas de solución; por ello, revisando diferentes alternativas se buscó evidencias que comprueban que el uso de los sistemas de información basados en la web 2.0, pueden garantizar la efectividad de los procesos de Control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque. Tales estudios, en su mayoría de países de la región Sudamérica, fueron investigaciones aplicadas o tecnológicas que utilizaron diseños de investigación, dónde sometieron a prueba un sistema de información desarrollado para su uso en una etapa experimental; y dónde los resultados del procesamiento estadístico concluyeron y comprobaron que se puede mejorar la efectividad de los procesos control y supervisión de Obras de construcción. Y es que, la prueba estadística que emplearon para validar su

hipótesis de investigación, fue la T Student para muestras independientes, dicha prueba les permitió comparar la media aritmética alcanzada por el proceso de contratación en un antes y después del estudio.

Finalmente, ante los concluyentes resultados de los estudios previos surge una pregunta: ¿Qué efectos tiene el uso de un sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android, sobre las actividades de control y supervisión de obras de construcción, en la región Lambayeque?; por ello, el presente estudio desarrolla un diseño de investigación experimental que busca contrastar la hipótesis que por el momento se considera válida y dar respuesta a la pregunta anterior; es decir, se busca probar o rechazar el siguiente supuesto: El uso de un sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android, produce como efecto la efectividad de las actividades de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque. De acuerdo a esto, la consigna es determinar los efectos que tiene un sistema de información sobre el proceso de control y supervisión; dicho de otra manera, es el objetivo de investigación trazado para el presente estudio.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente capítulo tiene como finalidad el describir y contextualizar la situación problemática del proceso de registro en el Cuaderno de Obra Actividades como la ejecución y supervisión de Obras en la Región Lambayeque en el Año 2017; por ello, da a conocer la identificación y formulación del problema, el planteamiento de los objetivos de investigación y, los alcances y justificación del estudio.

1.1. Identificación y determinación del problema

En la región Lambayeque, en el año 2016 y 2017 se ha ejecutado importantes proyectos entre obras y servicios por más de 56 millones de soles lo cuales han generado mejoras sustanciales en las condiciones de vida de la población. (Portal Osce, 2017)

Actualmente en el Perú, están destinando importantes cuantías de sus inversiones en la ejecución de obras públicas, lo cual debería contribuir con el crecimiento y desarrollo económico de sus respectivas regiones. No sólo por el monto de las inversiones, sino también por lo que las obras representan en el crecimiento y desarrollo económico social, pues deben estar destinados a incrementar la calidad de vida de la sociedad y a la satisfacción de sus necesidades. Son muchos los análisis que reconocen los efectos favorables de la ejecución de obras públicas sobre el crecimiento económico de una región, sin embargo, llegado a este punto, es necesario detenerse y analizar si éstas se están ejecutando con la eficiencia requerida ya que una obra mal ejecutada generaría más bien pérdida para la región tanto por el gasto que esta representa como por los beneficios que no se darían por la obra mal ejecutada, los cuales constituyen un serio obstáculo para el desarrollo económico y social de las regiones.

El presidente de la Cámara Peruana de la Construcción (Capeco, 2016), Antonio Rabanal Rosales, reveló que el sector constructor en la región Lambayeque

decreció en -6%, lo que ha dejado sin trabajo a un promedio de 10 mil personas y ha retrasado el crecimiento socio - económico de la región. (Capeco).

El Decano del Colegio de Arquitectos menciona que el 60 a 70 % de edificaciones se han hecho de forma diferente a la licencia. Es por ello que a la hora de la ejecución no se ha visto el tema de base, y ante un eventual sismo esto va a traer graves consecuencias, no existe un debido control con respecto a lo que ejecutan las empresas en la edificación." (Uriarte, 2016).

Precisó que existen métodos para corregir estas deficiencias como por ejemplo el reforzamiento de las columnas; sin embargo, implica grandes gastos; pero recomendó realizarlos a fin de que todos los habitantes de esa vivienda o edificio estén seguros., esto debido a la falta de un control o supervisión en la ejecución de la obra.

Finalmente, el decano instó a las municipalidades a supervisar las construcciones, a fin de que los propietarios no comiencen a construir de manera inadecuada ocasionando problemas a futuro a la misma población. Asimismo, a los dueños asesorarse con profesionales especialistas (2016) .

El sector de la construcción, en la Región Lambayeque, empezó a mostrar un mayor dinamismo desde junio del 2007, lo que se refleja en el crecimiento de la producción de cemento, según datos de la Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) de Lambayeque.

El PBI dela Región Lambayeque ha experimentado un crecimiento continuo en los últimos años. En el Cuadro N° 1.5 muestra la evolución del PBI Global de la Región (periodo 2007 – 2016).

Actividades	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Construcción	418,482	463,466	584,967	650,113	732,959	900,032	927,056	910,936	937,565	931,146

Tabla 1: PBI Región Lambayeque (En Miles)

Fuente: Elaboración propia, con datos del INEI

La región Lambayeque ha tenido un crecimiento significativo en lo que es el sector construcción en los últimos diez años, hasta el 2013 se dio un crecimiento exponencial, sino que también la región se vio afectada con el impacto de la caída del sector construcción en el mundo ocasionando que en la región también se detenga ese crecimiento.

Los proyectos que tuvieron mayor impacto en la región Lambayeque son:

El túnel trasandino de Olmos Entre el 2007 y 2011, como parte del proyecto Olmos, se construyó el túnel trasandino, con un trayecto de 19 kilómetros. El túnel permitirá el trasvase de las aguas del río Huancabamba, de la vertiente del Atlántico, hacia la vertiente del Pacífico, para irrigar 38 mil hectáreas en la región de Lambayeque. La obra fue tan impresionante que el prestigioso canal Discovery Channel lo incluyó en uno de los especiales de su programa Megaconstrucciones.

El túnel trasandino fue la obra más difícil de Olmos, al estar debajo de la cordillera de los Andes, subraya Raúl Delgado, presidente de Cesel Ingenieros, consultora especializada en el diseño y supervisión de obras de ingeniería.

“Está en las ligas mayores de túneles del mundo pues, por ejemplo, la mayoría de las hidroeléctricas tienen túneles de ocho a diez kilómetros. Ahora el proyecto Olmos está en la fase de distribución y riego para que los poseionarios puedan reconvertir las tierras áridas”, refirió Delgado (Gestion, 2015).

Es importante precisar que según reportes del fondo MiVivienda Lambayeque desde que empezó a operar el Programa en nuestra Región hasta enero del 2007 se habrían vendido 1,396 viviendas (entre casa y departamentos), quedando disponibles para su venta 1,474 entre terminados, en construcción y proyectos.

Del análisis realizado en el presente estudio se estima un precio promedio de US\$ 25 Mil por departamento, lo cual asciende a una venta total de aproximadamente US\$ 35 Millones entre los años 2003 a enero 2007; de

acuerdo a las entrevistas realizadas se determina una utilidad promedio de 18% de las empresas constructoras por lo que el costo de construcción estimado (costo directo más gastos generales), en ese mismo periodo asciende aproximadamente a la suma de US\$ 29.6 Millones.

Funcionarios del Fondo Mi Vivienda han anunciado que Chiclayo Provincia cuenta con el mayor Boom inmobiliario en el 2007, ya que hasta junio había una oferta de 2 Mil 200 viviendas con el impulso de “Mi Hogar”, se estiman inversiones en construcción de aprox. US\$ 32.6 MM, teniendo en cuenta que el programa Mi Hogar tiene un promedio de precios de US\$ 17.5 Mil. En el 2010 CAPECO presentó su último estudio sobre el mercado de viviendas en Chiclayo. El censo de obras en proceso de construcción realizado en noviembre de 2009 en la provincia de Chiclayo, registró una actividad edificadora total de 128 457 m2. En cuanto a su composición frente al mercado, la mayor proporción del área edificada se realiza con fines no comercializables (50,28%), equivalente a 64 582 m2, especialmente en vivienda (La Inversión Privada en Lambayeque y sus Tendencias, 2010).

1.2. Formulación Del Problema

1.2.1. Problema General

¿Qué efectos tiene el uso de un sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android, en el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017?

1.2.2 Problemas específicos

a) ¿Cuáles son los efectos de usar una aplicación web 2.0, en el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017?

b) ¿Cuáles son los efectos de usar una aplicación Android, en el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017?

c) ¿Cuáles son los efectos de usar el cuaderno de Obra convencional, en el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017?

1.3. Hipótesis

Un Sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android para la mejora en el proceso de las actividades de control y supervisión de Obras de Construcción en la Región Lambayeque para el año 2017.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar los efectos que tiene el uso de un sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android, sobre proceso de Control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Determinar los efectos que tiene el uso de una aplicación web 2.0, sobre las actividades de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017.
- b) Determinar los efectos que tiene el uso de una aplicación Android, sobre las actividades de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017.

1.5. Justificación e importancia de la investigación

- Aporte práctico

El aporte práctico de la investigación es un modelo para la mejora de procesos en el Control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017.

Así mismo, la metodología propuesta para la construcción del modelo identificará las fases y actividades que se tendrán que desarrollar para lograr construir el modelo indicado.

- **Relevancia social**

Los resultados de esta investigación podrían estar solucionando los problemas que actualmente se tiene en el proceso de Control y Supervisión de Obras en la Región Lambayeque, disminuyendo los costos operativos, haciendo un uso racional de los recursos con los que se cuenta actualmente y haciendo más eficiente los procedimientos.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

El presente capítulo tiene como finalidad encuadrar el problema de investigación y sustentarlo teóricamente con la finalidad de plantear explicaciones tentativas del fenómeno investigado; por ello, da a conocer los antecedentes del estudio, las bases teóricas, la terminología básica y, el sistema de hipótesis y el sistema de variables.

2.1 Antecedentes del estudio

INTERNACIONALES

2.1.1. Medio Electrónico:

El SIROC (Sistema Integral de Registro de Obras de Construcción) está dirigido a patrones o sujetos dedicados a la actividad de la construcción, con el objeto de facilitar el trámite de consulta de obras registradas en México.

El sistema tiene los siguientes beneficios digitales.

Simplifica

- Reduce de seis avisos a dos principales acciones, Registro de Obra e Incidencias.
- El Sistema solicita únicamente la información necesaria relativa a su obra de construcción.
- El Usuario podrá disponer de la información general de sus obras por medio de un reporte general o consultar las obras de forma individual.
- El Sistema exhibe al Usuario indicadores visuales (semáforos) para conocer el estatus que guarda las obras registradas.
- El Patrón, sí registra la Obra de Construcción en el SIROC ya no debe presentar la Relación mensual de trabajadores.

Agiliza

- Reduce en tiempo, el trámite de Registro de Obra e Incidencias.
- La interfaz gráfica permite al Usuario la comprensión rápida del uso de la herramienta.

- El Registro de Obra e Incidencias, al ser un trámite 100% digital, no contempla el trámite presencial y por efecto el uso de formatos.

Optimiza

- Proporciona a los Patrones opinión de información del cumplimiento de obligaciones fiscales.
- El Sistema utiliza el componente INEGI (Domicilios geográficos), para la Ubicación de Obra de Construcción.

(Instituto Mexicano del Seguro Social, 2017)

2.1.2. Medio Electrónico:

<http://libro-de-obra.com>

Es un sistema desarrollado en Colombia basado en Windows y MacOS que permite realizar informes diarios de obra y toma su nombre de lo que en varios países se conoce también como Libro Diario de Obra, Bitácora de Obra, Libro de Órdenes, Diario de Construcción. Pretende ayudar a arquitectos e ingenieros directores de obra, así como también a empresas constructoras, a documentar las visitas e inspecciones de obra. El libro de obra es una de las herramientas más importantes a la hora de aclarar discusiones y malentendidos, e inclusive tiene valor probatorio ante un tribunal. Todos los datos y acontecimientos importantes, así como las correspondientes fotos de la obra, se procesan y administran adecuadamente con este sencillo y rápido software, Libro de Obra.

(Oehms, 2017)

NACIONALES

2.1.3. Medio Electrónico:

INFO-OBRA.

Las obras públicas en el Perú como en otros países permiten el desarrollo de los pueblos y la mejora de los servicios, hoy más que nunca debido a nuestro crecimiento económico, es importante velar por el correcto uso de los recursos públicos invertidos en la cantidad creciente de obras.

INFOBRAS, un sistema web elaborado por la Contraloría General de la República del Perú con el apoyo de la Cooperación Alemana al Desarrollo-GIZ que busca fortalecer la transparencia en la ejecución de las obras públicas a nivel nacional, mediante el acceso a la información del avance mensual y la articulación de información del SEACE, SNIP y SIAF de las obras públicas (Republica, s.f.).

2.2. Bases teóricas – científicas.

2.2.1. El proceso de registro en el libro de Obras.

2.2.1.1. Cuaderno de Obra.



Figura 1: Cuaderno de Obra

El cuaderno de obra, es el documento firmado en todas sus páginas por el inspector o supervisor, según corresponda, y por el residente, y consta de una hoja original con tres copias desglosables, correspondiendo una de éstas a la Entidad, otra al contratista y la tercera al inspector o supervisor; en donde se anotan los hechos relevantes durante la ejecución de la obra. (Art.194º y 195º del Decreto Supremo N° 184-2008-EF – Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado y Art. 43º de la Ley de Contrataciones del Estado). Este concepto se aplica para obras ejecutadas por contrata Cuaderno de Obra, El documento que, debidamente foliado, se abre al inicio de toda obra y en el que el inspector o supervisor y el residente anotan las ocurrencias, órdenes, consultas y las respuestas a las consultas. (Glosario de términos del Decreto Supremo N° 184-2008-EF – Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado y Art. 43º de la Ley de Contrataciones del Estado).

El cuaderno de obra, es el documento que dispone la Entidad en la etapa de construcción, debidamente foliado y legalizado en el que se anotará la fecha de inicio y término de los trabajos, las modificaciones autorizadas los avances mensuales, los controles diarios de ingreso y salida de materiales y personal, las horas de trabajo de los equipos, así como los problemas que viene afectando el cumplimiento de los cronogramas establecidos y las constancias de la supervisión de la obra.(Art. 1 de la Resolución de Contraloría N° 195-88-CG del 18 de julio de 1988). Este concepto se aplica a las obras ejecutadas por administración directa. El cuaderno de obra es un documento oficial que registra todos los acontecimientos importantes que se producen en el decorrer de la construcción de una obra de ingeniería.

Sólo en el caso de ejecución por administración directa el cuaderno de obra es obligatoria su legalización por un notario o juez de paz. La legalización por un juez de paz se efectuará siempre que no exista notario en el área de influencia del proyecto o su acceso al mismo sea oneroso en función de la distancia y los tiempos.

(Pretell Paredes & Pretell Paredes Luz Angelica)

Marco Legal del Cuaderno de Obras

- ✓ Ley de Contrataciones del Estado – Decreto Legislativo N° 1017
- ✓ Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado – Decreto Supremo N° 184-2008-EF
- ✓ Resolución de Contraloría N° 195-88-CG del 18 de julio de 1988
- ✓ Manuales y/o procedimientos específicos de desarrollo, ejecución, supervisión y control de obras de cada entidad pública.

Es un cuaderno único por obra, y el número de folio debe iniciar con el número 001. Cuando por la naturaleza del proyecto las anotaciones que se realicen durante la ejecución del proyecto necesitan un número mayor de folios que el disponible en el cuaderno iniciado, será necesario

aperturar uno nuevo, el mismo que será el numerado como el Cuaderno N° 02 y los folios se iniciarán en el número uno.

El cuaderno de obras no puede ser cualquier cuaderno. El Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, aprobado mediante D.S N° 184-2008 - EF describe en sus artículos 194° y 195° la apertura, características y usos del cuaderno de obra.

Como normas de buenas prácticas de gestión administrativa, cuando menos se recomienda que su apertura sea certificada por el Secretario General de la institución o quien haga sus veces, indicando fecha, nombre del proyecto y personas encargadas de su utilización, esto en el caso de Obras por Contrata.

En el cuaderno de obra se anotarán los hechos relevantes que ocurran durante la ejecución de esta, firmando al pie de cada anotación el inspector, supervisor o residente, según sea el que efectuó la anotación. Este documento es puesto a disposición de los responsables de su manejo, por la entidad en los casos de obras por administración directa y por el contratista en el caso de obras por contrata.

Debe permanecer en la obra desde el inicio hasta el final del proyecto.

El responsable de su custodia es el Residente de Obra. En el caso de obras por contrata, si el contratista no permite el acceso al cuaderno de obra al inspector o supervisor, impidiéndole anotar las ocurrencias, será causal de aplicación de multa del cinco por mil (5/1000) del monto de la valorización por cada día de dicho impedimento. (Art.194° - Decreto Supremo N° 184-2008-EF – Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado y Art. 43° de la Ley de Contrataciones del Estado).

Sólo puede registrar datos en el cuaderno de obra, el residente y el supervisor, siendo los mencionados profesionales los únicos autorizados para hacer anotaciones en el Cuaderno de Obra. Esta definición excluye

de manera expresa, la autorización de efectuar anotaciones en el cuaderno de obra de otras personas, sean estos funcionarios, directivos, titular del pliego o autoridades sea cual fuere su naturaleza o función.

(Pretell Paredes & Pretell Paredes Luz Angelica)

a) Anotación de ocurrencias (Art. N° 195)

Se anotan hechos relevantes que ocurran durante la ejecución de la obra

- ✓ Firmando al pie de cada anotación el inspector o supervisor o el residente, según sea el que efectuó la anotación.
- ✓ Las solicitudes que se realicen como consecuencia de las ocurrencias anotadas en el cuaderno de obra, se harán directamente a la Entidad por el contratista o su representante, por medio de comunicación escrita.
- ✓ El cuaderno de obra será cerrado por el inspector o supervisor cuando la obra haya sido recibida definitivamente por la Entidad.

b) Consultas sobre ocurrencias en la obra

- ✓ Se formulan en el Cuaderno de Obra y se dirige al Ingeniero / Supervisor.
- ✓ Serán absueltas máx. en 5 días de ser anotadas sino requieren opinión del proyectista.
- ✓ Si no son absueltas dentro de los 02 días acude a la entidad, la que tiene 05 días para resolverlas, contados desde el día siguiente de la recepción de la comunicación del contratista
- ✓ Si requiere la opinión del proyectista el Ingeniero / Supervisor la eleva a la entidad máximo en 4 días. de anotadas; la Entidad en coordinación con el Proyectista absuelve máximo en 15 días.

- ✓ Proyectista es responsable de absolver las consultas dentro de los plazos establecidos (es preciso mencionarlos en las bases y contrato del proyectista).
- ✓ Si el proyectista no responde en el plazo estipulado, la entidad da instrucciones al contratista a través del Ingeniero / Supervisor sin perjuicios que adopten contra el proyectista.

2.2.1.2. Proceso de llenado del Cuaderno de Obra.

a) Anotaciones al inicio de la obra

El Ingeniero Residente debe verificar que el Cuaderno de Obra se encuentre debidamente legalizado, foliado, con las firmas correspondientes y demás formalidades según la naturaleza de la obra a ejecutarse.

En una Obra por Contrata

En el caso de obras por contrata, el primer folio del cuaderno de obra debe utilizarse para transmitir el acta de entrega del terreno y otros datos básicos, tales como:

- ✓ Nombre de la Empresa constructora o contratista.
- ✓ Valor referencial de la obra contratada.
- ✓ Plazo de ejecución de la obra.

En una obra por Administración Directa y por Encargo

En el caso de obras por Administración Directa y Encargo, el primer folio le corresponderá para la legalización del cuaderno de obra, el segundo folio para transcribir el Acta de entrega del terreno y otros datos básicos de la obra, tales como:

- ✓ Fecha de Resolución de aprobación del expediente técnico y/o fecha de la firma del Convenio para la ejecución de la Obra.
- ✓ Resolución de designación del Residente o Coordinador.
- ✓ Fecha de la Entrega del Terreno al Residente o Coordinador.
- ✓ Fecha de Inicio de Obra y plazo de ejecución de la Obra

El siguiente asiento debe estar redactado por el Residente, en donde se indica de manera clara y precisa las siguientes acciones:

- ✓ Numero de asiento
- ✓ Persona a quien corresponde el asiento
- ✓ Hora de inicio de actividades
- ✓ Detalle de la(s) partida(s) con que se inicia el proyecto
- ✓ Distribución de las cuadrillas de trabajo
- ✓ Número de trabajadores que inician la actividad
- ✓ Número y detalle de la mano de obra calificada que inician el proyecto: Jefes de Cuadrilla, Asistente de Cuadrilla, Maestro de Obra, Operarios, Oficiales, Capataces, profesionales.
- ✓ Herramientas con la que se inicia la obra.
- ✓ Detalle de las medidas de seguridad de los trabajadores.
- ✓ Solicitud de autorización del trazo y replanteo del proyecto a ser aprobado por el Supervisor.

b) Anotaciones durante la obra

En una Obra por Contrata

Las acciones o registros en el Cuaderno de Obra que se efectúan durante la ejecución de la obra son las:

- ✓ Fecha de entrega del adelanto directo y/o materiales, asimismo si el contratista ha cumplido con presentar su Plan de utilización del adelanto por materiales.

- ✓ Fecha de inicio del plazo contractual y fechas de aprobación y cancelación de las valorizaciones de obra.
- ✓ Proyectos de modificaciones de la obra, debidamente sustentadas, precisando sus causales, así como el número y fecha de resoluciones que aprueban dichas modificaciones.
- ✓ Causales de adicionales y/o deductivos de obra, incluyendo número y fecha de las resoluciones que los aprueben.
- ✓ Cambios de Inspectores, Supervisores y Residentes de Obra; indicando los documentos oficiales de designación.
- ✓ Avance físico semanal de cada una de las partidas que se ejecutan en la obra, con un análisis comparativo relacionado con el Calendario Valorizado de Obra.
- ✓ Resultado de pruebas efectuadas para realizar los controles de calidad de ejecución de la obra. De existir observaciones se requiere de su inmediata subsanación y luego de ejecutada la misma, se dejará constancia de ello.
- ✓ Posibles ampliaciones de plazo, sustentando sus causales y en los casos de concretarse, se indica el número y fecha de las resoluciones que aprueban dichas ampliaciones.
- ✓ Paralizaciones parciales y/o totales de obra, indicando sus causales e informando si fuera quien decidirá sobre la intervención económica o resolución (rescisión) del contrato.
- ✓ Incumplimiento de los avances parciales de la obra, establecidos en los Calendarios Valorizados de Avances de Obra, precisando sus causales y solicitando al contratista la presentación de Nuevos Calendarios que permitan la aceleración de los trabajos, a fin de garantizar el cumplimiento de la obra, dentro del plazo establecido.
- ✓ Las solicitudes que se realicen como consecuencia de las ocurrencias anotadas en el cuaderno de obra, se harán directamente a la Entidad por el contratista o su representante, por medio de comunicación escrita.

De acuerdo con el Artículo 195 - Anotación de ocurrencias - del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, las solicitudes que se realicen como consecuencia de las ocurrencias anotadas en el cuaderno de obra, se harán directamente a la Entidad por el contratista o su representante, por medio de comunicación escrita.

Es decir, para que surja efecto alguna acción de solicitud o requerimiento que requiera de opinión o aprobación de la entidad, no sólo basta con registrarlo en el cuaderno de obra, sino que además deberá solicitárselo por escrito, siguiendo el procedimiento administrativo respectivo.

En una obra por Administración Directa y por Encargo

De manera general las acciones o registros en el Cuaderno de Obra que se efectúan durante la ejecución de la obra son las siguientes:

- ✓ Los requerimientos técnicos de personal, materiales y servicios de maquinaria y equipos, entre otros, que fueron tramitados mediante el respectivo Informe Técnico.
- ✓ El cambio de residente y/o coordinadores de obra, al momento de su ocurrencia, el mismo que debe estar sustentado mediante un documento oficial de la entidad a cargo del proyecto, que por lo general es una Resolución.
- ✓ Fechas de aprobación de los Presupuestos Analíticos y de sus respectivas reestructuraciones, si las hubiera.
- ✓ Los Informes semanales, quincenales o mensuales de avance físico y financiero de la Obra. Esta periodicidad depende del tipo de proyecto, el plazo de ejecución o las disposiciones expresas detalladas en los manuales o procedimientos con que cuente la entidad.
- ✓ Las pruebas de control de calidad que se realicen en la ejecución de la obra, entre los que se incluyen los Análisis de

Suelos, Pruebas de Concreto, Pruebas Hidráulicas, Pruebas de Resistencia y/o Compactación de suelos, entre otras.

- ✓ La no continuidad de la obra por paralizaciones debe registrarse indicando las razones que generaron dicha circunstancia, el mismo que debe basarse en hechos verificables, pues esta acción puede acarrear posibles ampliaciones del plazo de ejecución de la obra.

De manera específica, a cada día calendario, el Residente menciona el trabajo ejecutado en el día, los equipos, el personal, el material utilizado (cemento asfalto etc.) y el Metrado aproximado de lo realizado.

- ✓ Los trabajos realizados deben describirse en función de las partidas aprobadas en el expediente técnico del proyecto Debe detallarse de manera clara y concisa, entre otros, los siguientes aspectos:
 - Metrado de las partidas ejecutadas
 - Número de obreros. Cuando se trate de un proyecto enmarcado dentro de un programa social, se recomienda que este registro sea desagregado por sexo, con la finalidad de recoger información referida a la inclusión social de las mujeres. Del mismo modo debe registrarse la presencia de obreros que presenten alguna discapacidad, cuando exista.
 - Número y tipo de personal de mano de obra calificada. Se debe precisar la cantidad de personal capataz, operario, oficial, maestro de obra, almacenero, etc. Esta acción permitirá corroborar información con la planilla de pago que se genere, por lo que no existe razón alguna para su no registro. Igual acción ocurre con el personal obrero.
 - Cantidad de material utilizado, desagregado por cada una de las partidas. Este registro se debe efectuar

independientemente del Kárdex u Hoja de Movimiento de Almacén.

- Cantidad de material ingresado a almacén de obra. Cuando el listado de materiales es numeroso, puede obviarse el registro detallado de los materiales ingresados, debiendo registrarse el documento que sustenta el ingreso, que puede ser la Guía de Remisión del proveedor, o el documento interno de la entidad, cuando se trate de materiales que provienen de otro almacén o dependencia de la misma entidad.
 - Uso de las medidas de seguridad de los participantes, así como la implementación de las medidas de seguridad y salud ambiental en el trabajo, tales como: Implementación de botiquín, señalización, uso de cascos, guantes, lentes, botas, etc.
 - Ocurrencia de accidentes, indicando el nombre del trabajador accidentado y el reporte correspondiente al establecimiento de salud más cercano para su atención respectiva cuando el caso amerita. o Las solicitudes de aprobación necesarias para la ejecución de la obra que se efectúe al coordinador.
- ✓ Si se llevó a cabo una capacitación, sea específica o general debe consignarse los siguientes datos:
- Tema desarrollado
 - Persona o personas que realizaron la capacitación.
 - Si el capacitador representa a una institución distinta al Programa, debe consignarse los datos de la empresa y/o institución y la persona responsable de la capacitación.
 - Número de horas de la capacitación.
 - Lugar de la capacitación.
 - Número de participantes que se capacitaron.

- ✓ También se deben anotar las visitas que realizan a las obras el personal del Programa y otras autoridades de la zona, como, por ejemplo: Administrador Zonal del Programa, Coordinadores Técnicos Tipo I, Responsable de Coordinación Técnica, Responsable de Capacitación, Alcalde, Gobernador, representantes de organizaciones de vigilancia de la sociedad civil (Frentes de Defensa, Mesas de Concertación, etc.)
- ✓ Presentar una copia del cuaderno de obra en los documentos del informe quincenal y mensual.

c) Anotaciones al Concluir la obra.

En una obra por contrata

Esta etapa constituye el proceso final de la ejecución física del proyecto, pues en base a ello se verificará el cumplimiento o no de los plazos contractuales de ejecución, además de la verificación del cumplimiento de las características constructivas.

En esta fase se registra:

- ✓ En la fecha indicada, el Residente de Obra realiza el asiento respectivo indicando la fecha de término de ejecución de la obra, indicando el cumplimiento del 100% de las partidas del proyecto, debiendo solicitar al Supervisor o Inspector la solicitud de conformidad de culminación de obra.
- ✓ Hay que recordar que este asiento no necesariamente es el último día del plazo de ejecución de obra, pues si a ese día el proyecto no se encuentra ejecutado en el 100% de sus partidas, no representa la culminación de la obra.
- ✓ El Inspector, luego de verificar que las partidas del proyecto han sido ejecutadas en un 100%, dará por concluida el proyecto, realizando el asiento respectivo, debiendo informar sobre esta fecha a la Entidad, en el lapso de cinco (05) días naturales.

- ✓ Cuando las partidas no han sido concluidas al 100%, aun cuando el residente haya consignado dicho avance en el cuaderno de obra, el Inspector dejará constancia del hecho, indicando de manera detalladas las partidas inconclusas o aquellas que a criterio técnico no cumplan con las especificaciones técnicas detalladas en el expediente técnico.
- ✓ Si el plazo término contractual ha vencido, esta fecha servirá para el cómputo de los días de penalidad por retraso en la fecha de culminación de obra que se encuentran estipulados en el contrato. De ahí la importancia de detallar con precisión este asiento en el cuaderno de obra.
- ✓ Si la obra es declarada por el Inspector que se ha cumplido con el 100% de las partidas, la entidad nombrará una Comisión de Recepción de Obra, cuya resolución será insertada en el cuaderno de obra, así como el Acta de Observaciones, si la hubiere.
- ✓ Cuando el Comité de Recepción ha identificado observaciones al proyecto, el Levantamiento de Observaciones con su Acta respectiva o de incumplimiento de las mismas, por parte del Contratista, también se registra en el cuaderno de obra.
- ✓ De los considerandos expuestos se desprende que el Supervisor es quien realiza el último asiento de obra.
- ✓ El informe de Liquidación del Proyecto, deberá incluir el original del cuaderno de obra.

Por administración directa

- ✓ El asiento que informa la fecha de culminación de la obra debe ser redactado por el Residente, en donde se indica la fecha de término de la obra, haciendo un análisis de las partidas ejecutadas, debiendo solicitar a Inspector su conformidad. Además, deberá consignar lo siguiente:

- Valoración final del proyecto
 - Metrados alcanzados, detallados según las partidas del expediente técnico.
 - Número de participantes con que se concluye el proyecto, desagregado por sexo. Este dato es importante en la ejecución de proyectos sociales como FONCODES y Construyendo Perú.
 - Detalle de los materiales e insumos existentes en almacén.
 - Detalle de las herramientas que obran en almacén, detallando su estado de conservación.
-
- ✓ Sin embargo, de forma oficial mediante documento se debe informar de este hecho al inspector.
 - ✓ El inspector, luego de la verificación del cumplimiento de las partidas expresadas en el Expediente Técnico con lo realizado en obra, realizará el asiento respectivo dando conformidad a lo expresado por el Residente o su disconformidad.
 - ✓ En caso el inspector manifestara que no se ha cumplido el 100% de las partidas especificadas en el proyecto, el asiento respectivo deberá consignar de manera detallada y pormenorizada de la(s) partidas(s) que no se hayan ejecutado al 100%, por lo que deberá continuar el proyecto hasta su culminación total, dando un tiempo adicional para la culminación del proyecto.
 - ✓ Si se ha dado la conformidad del 100% de ejecución del proyecto, se informará de este hecho a la institución, quien nombrará la Comisión de Recepción de Obra mediante resolución u otro documento estipulado en su TUPA o el documento de gestión respectivo, transcribiendo dicho documento en el cuaderno de obra.
 - ✓ Si la Comisión de Recepción identificara deficiencias o que las partidas no han sido ejecutadas al 100%, el Acta de Observaciones se registrará en el cuaderno de obra, así como

el Acta de Levantamiento de Observaciones o de incumplimiento de las mismas.

- ✓ El original del cuaderno de obra debe ser presentado como parte del Informe de Liquidación del Proyecto.

2.2.1.3. Los sistemas de información: una forma alternativa de registro de Obras.

Las instituciones públicas y privadas actualmente están implementando sistemas de información, como alternativa de soporte tecnológico a las tareas y actividades de sus diferentes procesos de negocio; uno de los procesos de gestión que más está enfatizando el uso de la tecnología informática. Karla Arlae Rojas Quezada (2018) menciona lo siguiente:

En su libro SIROC (Servicio Integral de Registro de Obras de Construcción) y SATIC el registro de Obras por medios electrónicos y a distancia a través de internet, la cual ha revolucionado el proceso de Registro de Obras. Su valor reside en que es inmediato y en la facilidad para interactuar digitalmente con los ingenieros y supervisores de obra. Facilita las cosas a las empresas e Ingenieros. La facilidad y sencillez son enormes. Internet ofrece a las compañías una plataforma que permite la comunicación inmediata y rápida y elimina toda forma de intermediación.

El autor considera importante el cambio en el proceso de supervisión y control de Obras, caracterizado en el uso de en los sistemas de información suministrado por la web concluyen:

Los sistemas de información pueden apoyar todos estos procesos. Por ejemplo, mediante el registro de obras y del contratista que las ejecuta podemos saber el estado actual de las Obras, así como también las incidencias que pudieran suceder, el autor en su libro menciona también el control de tributación y beneficios para los trabajadores de construcción civil.

2.2.1.4. ¿Cuáles son las ventajas de usar Sistemas de Información para el control y supervisión de Obras de Construcción?

El uso de sistemas de información basados en tecnologías web y Android como soporte al proceso de Control y Supervisión de Obras de Construcción menciona muchas ventajas siendo la más relevante la efectividad del proceso, es decir, facilita la disminución de costos y recursos, y garantiza el cumplimiento de las tareas del proceso.

Para respaldar estas proposiciones, explico las siguientes ventajas:

- ✓ Los nombres de empresas o personas se ingresan sólo una vez. En el posterior registro de los informes diarios de obra, sencillamente se accede a esos datos de empresas.
- ✓ Una App para Android Tablet o Smartphone posibilita un ingreso cómodo de los datos directamente durante la visita de obra, con pleno acceso a la lista de empresas.
- ✓ Dictado: informes se pueden grabar en la obra mediante la función de dictado.
- ✓ Documentación: Puedes registrar la siguiente información:
 - Tiempo
 - Personas en obra
 - Trabajo en una jornada
 - Estado de avance (texto, fotos)
 - Errores (texto, fotos)
 - Retrasos
 - Impedimentos
 - Recepciones (parciales)
 - Indicaciones a empresas
 - Adicionales
 - Medidas de obra importantes
 - Pruebas y mediciones
 - Acontecimientos especiales

- Suministros de materiales
- Entregas de planos

- ✓ Administración de fotos: Fotos individuales o una serie completa de fotos se pueden agregar por separado al informe diario de obra, según estado de avance y documentación de errores. Se puede adjudicar las fotos a las empresas (para protocolar errores, por ejemplo). En un álbum fotográfico encontrará en un vistazo las fotos de obra de un proyecto ordenadas cronológicamente.
- ✓ Dibujar y escribir en las fotos: las fotos pueden complementarse con dibujos, números y texto. Para marcar los errores de la obra en la foto, a menudo es necesario marcar con una flecha, dónde está exactamente el error y especificar además con un corto texto para explicar, que es exactamente lo que se critica. También, usted puede numerar los errores en la foto y referirse a estos en el texto. El editor de fotos cuenta con líneas, círculos, elipses, rectángulos, cuadrados, polilíneas, líneas a mano alzada, texto, y un montón de flechas y símbolos. Los objetos pueden ser maximizados y minimizados, rotados y los colores y el grosor de línea se pueden cambiar.
- ✓ Registro de Personas en obra y registro de tiempo: la persona en obra se puede documentar opcionalmente sencillo (solo número de personas) o en detalle (trabajadores calificados, ayudantes, capataces, etc.), ya sea con o sin registro de los períodos.
- ✓ Ortografía: Un potente corrector ortográfico marca la ortografía mientras se escribe y sugiere correcciones o añade palabras desconocidas a un diccionario personalizado. Para el alemán, inglés, español, griego, rumano, ruso y finlandés.
- ✓ Impresión y PDF: Los informes de obra se pueden guardar en formato PDF inmodificable, cargarse al servidor y enviarse por correo electrónico.
- ✓ Búsqueda: se puede saber los datos de la obra al realizar la búsqueda por ingeniero residente o supervisor.

2.2.1.5. Medición de la efectividad en proceso de control y supervisión de obras de construcción

El sub proceso de proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque, está constituido básicamente por las siguientes tareas:

- ✓ Registro de Ingenieros Residentes y Supervisores.
- ✓ Registro de Municipalidad y Código Snip.
- ✓ Asignación de Ingeniero a una Obra.
- ✓ Registro de Caso e incidencias en Obra.

Estas tareas deben ser realizadas y controladas de forma eficaz, es decir, cumplir con el objeto de las acciones; y debe ser eficiente, es decir, ejecutar las tareas de forma oportuna y con el menor consumo de recursos. Cuando se deja de lado el proceso de registro físico en el cuaderno de Obras y se usa fuentes de registro basado en Internet, se incrementa la efectividad; por ende, la eficiencia y eficacia del proceso.

El mecanismo para poder medir o evaluar la efectividad y los resultados de la gestión de procesos es mediante la utilización y el planteamiento de indicadores.

2.2.1.5.1. Herramientas de medición: los indicadores.

Los indicadores son el medio o herramienta ideal para la medición de los resultados de los procesos de gestión en todo ámbito, por ello se hace útil para el Control y Supervisión de Obras. Una conceptualización más completa sobre indicadores, la hace el especialista en mercadeo internacional Mora García (2012), que afirma:

Un indicador es una magnitud que expresa el comportamiento o desempeño de un proceso, que al compararse con algún nivel de referencia permite detectar desviaciones positivas o negativas. También es la conexión de dos medidas relacionadas entre sí, que muestran la proporción de la una con la otra. Todo se puede medir

y por tanto todo se puede controlar, allí radica el éxito de cualquier operación, no podemos olvidar: “lo que no se mide, no se puede administrar”. (pág. 220).

Por otro lado, el planteamiento de indicadores facilita la tarea de analizar los objetivos del Control y Supervisión de Obras basado en el uso de un sistema de información. Al respecto el Informe sobre planificación estratégica del área de gestión pública, de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL (2011), afirma: “Los indicadores son medidas que describen cuan bien se están desarrollando los objetivos de un programa, un proyecto, y la gestión de una institución pública.” (pág. 56).

Es importante señalar que las principales ventajas de usar un conjunto de indicadores para medir la gestión de procesos, es que permiten hacer comparaciones, valorar resultados, retroalimentar procesos, toma de decisiones, etc. Por ello, el magister en administración pública, Benjamín Franklin (2007), señala:

Un sistema de indicadores permite hacer comparaciones, elaborar juicios, analizar tendencias y predecir cambios. Puede medir el desempeño de un individuo, de un sistema y sus niveles, de una organización, el comportamiento de un contexto, el costo y la calidad de los insumos, la eficacia de los procesos, la relevancia de los bienes y servicios producidos en relación con necesidades específicas. (pág. 147)

Diversos autores y organismos internacionales señalan que existen varios niveles de aplicación y tipos de indicadores que se usan para la medición de resultados en la gestión de procesos.

a) Niveles de indicadores

De acuerdo a varios especialistas en gestión de indicadores para procesos de gestión, existen diversos niveles de aplicación de indicadores alineados a la estructura organizativa. Uno de ellos es Benjamín Franklin (2007), quien afirma:

Por su nivel de aplicación, los indicadores se dividen en:

- Estratégicos
- De gestión
- De servicio

Indicadores estratégicos

Permiten identificar:

- La contribución o aportación al logro de los objetivos estratégicos en relación con la misión de la organización.

Miden el cumplimiento de los objetivos con base en:

- Actividades
- Programas especiales
- Procesos estratégicos
- Proyectos organizacionales y de inversión

Indicadores de gestión

Informan sobre procesos y funciones clave. Se utilizan en el proceso administrativo para:

- Controlar la operación
- Prevenir e identificar desviaciones que impidan el cumplimiento de los objetivos estratégicos.
- Determinar costos unitarios por áreas, programas, unidades de negocio y centros de control.
- Verificar el logro de las metas e identificar desviaciones.

Indicadores de servicio

Miden la calidad con que se generan productos y/o servicios en función de estándares y satisfacción de clientes y proveedores.

Se emplean para:

- Implementar acciones de mejora continua.
- Mejorar la calidad de la atención a clientes.

Permiten identificar:

- Indicadores de desempeño o cumplimiento de los estándares de servicio.
- Indicadores de satisfacción o calidad que percibe el cliente sobre el producto o servicio recibido. (págs. 148-149).

En el ámbito del sector público, los procesos de gestión más cercanos a la ciudadanía requieren del planteamiento de indicadores de nivel de aplicación de servicio.

b) Tipos de indicadores

Los autores coinciden que existen diversas tipologías y categorías de indicadores; sin embargo, dentro del contexto del sector público, el informe sobre planificación estratégica del área de gestión pública de la Comisión Económica de América Latina y el Caribe CEPAL (2011), establece lo siguientes tipos:

- ✓ Indicadores que entregan información de los resultados desde punto de vista de la actuación pública en la generación de los productos abarcando los indicadores de:
 - Insumos (Inputs)
 - Procesos o actividades
 - Productos (outputs)
 - Resultados finales (outcomes)
- ✓ Indicadores desde el punto de vista de la efectividad de dichas actuaciones en las dimensiones de eficiencia, eficacia, calidad y economía.

La primera clasificación permite referirse a la medición de las principales variables asociadas al cumplimiento de los objetivos: cuantos insumos se utilizaron, cuantos productos y servicios se entregaron y cuáles son los efectos finales logrados.

Mientras que la segunda clasificación se asocia al juicio que se realiza una vez finalizada la intervención, y las preguntas que se intenta responder son: en qué medida se cumplieron los objetivos, cual es el nivel de satisfacción de la calidad percibida por los usuarios, cuan oportunamente llegó el servicio. Lo que se busca evaluar con las dimensiones de eficiencia, eficacia, economía y calidad, es cuan aceptable ha sido y es el desempeño del organismo público. (pág. 59).

El proceso de control y supervisión de Obras en la Región Lambayeque, contiene actividades que requieren su análisis luego de su actuación; por ello, los indicadores para este proceso se clasifican como indicadores desde el punto de vista de la efectividad en dimensiones como: eficacia y eficiencia.

2.2.1.5.2. KPI de Efectividad: Eficacia y Eficiencia para procesos

Plantear indicadores para medir la efectividad de las actividades control y supervisión de Obras en la Región Lambayeque, implica situarse en el nivel de aplicación de servicio, y que los indicadores sean del tipo de cuantificación de resultados en las dimensiones específicas de efectividad, eficacia y eficiencia. Sin embargo, en el sector público existen muchas instituciones en diversidad de sectores, como: educación, salud, transporte, comunicaciones, justicia, minería, etc.; y que a su vez estas tienen estructuras o unidades organizativas diferentes, con tipos de servicios diferentes, y una gestión de procesos diferente; por ello, se hace difícil la medición homogénea de su efectividad, es decir, cada unidad organizativa y sus procesos establecen sus propios indicadores de medición.

a) Métricas según Carlos Alberto Mejía.

Con respecto a la idea anterior, el especialista en consultoría, investigación y evaluación de gestión empresarial Mejía C. (2014), afirma:

Con frecuencia lo que se desea es un sistema de indicadores comparables, tales que permitan realizar análisis de competitividad y eficiencia entre unidades organizativas diferentes. Los modelos de evaluación de resultados que suelen aplicarse, generalmente han sido diseñados para la evaluación de la gestión en áreas de utilidad, o sea, las que cumplen funciones de administración de productos, atención de clientes y generación de ingresos. Pero, es frecuente no disponer de buenas herramientas con relación a las demás áreas de la empresa. (pág. 01).

La recomendación del autor es elaborar indicadores genéricos con sus respectivas fórmulas sobre la efectividad, eficacia y eficiencia, por ser susceptibles de usarse en todo tipo de unidades organizativas, procesos y en instituciones de cualquier índole. Por ello, Mejía C. (2014), señala:

En cualquier área de organización siempre será posible definir un resultado esperado (expresado como una meta, una cantidad, una variación, un porcentaje, etc.), un costo estimado y un tiempo especificado para llevar a cabo la labor que se propone como meta o tarea. Pues bien, la combinación de esos elementos, o sea, el resultado, el costo y el tiempo, permiten medir objetivamente el grado de efectividad, eficacia y eficiencia de un área de organización, y hacer comparaciones entre áreas aún disímiles en el contenido de la labor. (pág. 02).

Las fórmulas e indicadores que plantea el autor, y que además consideran el uso de puntuaciones y rangos, se muestran en la Tabla 2

EFICACIA		EFICIENCIA		EFFECTIVIDAD
RA/RE		$\frac{(RA/CA \times TA)}{(RE/CE \times TE)}$		$\frac{Ptos. eficiencia + Ptos. eficacia/2}{Máximo puntaje}$
RANGOS	PTOS	RANGOS	PTOS	La efectividad se expresa en porcentaje (%)
0 – 20%	0	Muy eficiente > 1	5	
21 – 40%	1			
41 – 60%	2	Eficiente = 1	3	
61 – 80%	3			
81 – 90%	4	Ineficiente < 1	1	
> 91%	5			

Tabla 2: Fórmulas genéricas para la medición de la efectividad, eficacia y eficiencia.

Dónde:

R	= Resultado
A	= Alcanzado
E	= Esperado
C	= Costo
T	= Tiempo

:

Nota. Propuesta para la elaboración de indicadores genéricos, aplicables a cualquier área de la organización. Fuente: Adaptado de Mejía, C. (2010). Indicadores de Efectividad y Eficacia (p. 2). Medellín - Colombia: Planning Consultores Gerenciales.

Con respecto a la descripción y detalles de la Tabla 2, el propio Mejía (2014), lo explica:

- ✓ La eficacia es simplemente la comparación entre lo alcanzado y lo esperado (RA/RE). Los niveles superiores de eficacia corresponden a porcentajes de ejecución muy altos, cuya calificación es cada vez más difícil de obtener. Es decir, obtener una calificación de 5 no es simplemente hacer una labor cuatro grados superiores a la calificación de 1, es mucho más que eso. Normalmente, niveles superiores de cumplimiento exigen mayores esfuerzos e imponen mayores grados de dificultad.

- ✓ En los indicadores de eficiencia se distinguen el cociente entre $RA/CA * TA$ y $RE/CE * TE$, lo cual es de nuevo lo alcanzado frente a lo esperado. Simplemente en este caso el resultado involucra dos variables críticas en la obtención del resultado: el costo incurrido y el tiempo empleado para la ejecución de la meta deseada. Por supuesto, la relación de estas variables con el resultado es inversa, es decir, mientras menos tiempo o dinero se consuman para obtener el objetivo esperado, mejor será el desempeño y viceversa. Además, mientras más cantidad de resultado se obtenga por unidad de tiempo y de costo empleados, también se estará en una situación favorable. En esencia se está hallando el resultado obtenido por unidad de tiempo y de costo para ser comparado con el resultado esperado por unidad de tiempo y de costo estimados. El cociente entre ambos debería ser el más alto posible, lo cual sucederá siempre que el valor alcanzado sea mucho mayor que el estimado.
- ✓ Nótese que la fórmula de eficiencia combina las variables de la eficacia (RA/RE) ponderadas por los factores tiempo y costo de una manera inversa. Es decir, una alta eficiencia presupone que exista una alta eficacia. (pág. 03).

Por otro lado, y a partir de la idea anterior respecto a la elaboración de indicadores genéricos, la presente investigación toma en consideración lo que el Informe sobre planificación estratégica de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL, propone para definir y medir las dimensiones de eficacia y eficiencia de los procesos en el sector público; y que son tomados en cuenta en los planes estratégicos de gobierno en países como: Perú, Argentina, Chile, Colombia, Ecuador, Brasil, etc.

b) Métricas según la Comisión para América Latina y el Caribe

En el plano del sector público, para establecer indicadores de **eficacia** en procesos y unidades organizativas de todo ámbito, el Informe sobre planificación estratégica de la CEPAL (2011), sostiene:

En general, lo que se busca medir con los indicadores de eficacia es brindar información sobre el grado en que se cumplen los

objetivos de la gestión institucional, o de un determinado programa. Este cumplimiento se puede expresar ya sea en términos de los resultados intermedios (coberturas logradas, grado de focalización cumplida, etc.) o de resultados finales (efectos logrados a nivel de la política pública que interviene un ámbito específico: social, económico, medio ambiental, etc.), los que se relacionan directamente con el proceso de rendición de cuentas públicas, dado que son esas variables que interesa conocer finalmente para efectos de asignación de recursos. (pág. 66).

Algunos ejemplos de indicadores de **eficacia** que propone la CEPAL, y que la presente investigación contextualiza al sub proceso Control y supervisión de obras, se muestra en la Tabla 3.

Ejemplo de Indicadores de Eficacia

Tabla 3: Ejemplo de indicadores de eficacia

INDICADORES DE EFICACIA

-
- Número de desempleados capacitados / Total de desempleados inscritos en sistema de reconversión.
 - Porcentaje de proyectos ganados en fondos concursables externos.
 - Porcentaje de egresados de programa de reinserción.
 - Porcentaje de edificios pertenecientes a la autoridad local accesibles para discapacitados.
 - Porcentaje de personal de minorías étnicas en la organización con respecto al porcentaje de región.
 - Número de beneficiarios/ universo de beneficiarios.
 - Porcentaje de alumnos que desertan del programa.
 - Porcentaje de egresos exitosos de los alumnos del programa.
 - Porcentaje de alumnos que se emplean después de finalizar los cursos de capacitación.
 - Número de fiscalizaciones/ Universo total a fiscalizar.
 - Porcentaje de cumplimiento de las normas por parte de los fiscalizados.
 - Porcentaje de reincidencia de los infractores.
 - Porcentaje Infracciones que termina en sanción efectiva.
 - Tasa de egreso de enseñanza media de alumnos beneficiarios del programa residencia estudiantil.
 - Porcentaje de delitos aclarados / delitos denunciados.
 - Mediciones exitosas / mediaciones realizadas.
 - Conflictos colectivos solucionados / conflictos colectivos planteados.
 - Incremento total de puestos de trabajo abiertos al servicio público de empleo.
-

Nota. Indicadores de eficacia propuestos por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Fuente. CEPAL. (2011). Planificación estratégica e indicadores de desempeño en el sector público (p. 66). Santiago - Chile: ONU.

En relación a los indicadores de **eficiencia** que el Informe sobre planificación estratégica, propone usar y contextualizar en los procesos de instituciones del sector público, la CEPAL (2011), afirma:

La eficiencia puede ser conceptualizada como "producir la mayor cantidad de servicios o prestaciones posibles dado el nivel de recursos de los que se dispone" o, bien "alcanzar un nivel determinado de servicios utilizando la menor cantidad de recursos posible". Un indicador clásico de eficiencia es el costo unitario de producción y el costo promedio, el cual relaciona la productividad y el costo de los factores e insumos utilizados en la generación de un bien o servicio. En el ámbito de las instituciones públicas existen muchas aproximaciones a este concepto. En general, se pueden obtener mediciones de productividad, relacionando nivel de actividad, expresado por ejemplo como número de subsidios entregados, cantidad de usuarios atendidos, inspecciones realizadas, etc., y nivel de recursos utilizados (gasto en bienes y servicios, dotación de personal, horas extraordinarias, etc.). (pág. 66).

c) Denominación de indicadores según CEPAL

Luego de identificar el tipo y nivel de indicadores adecuados para la medición de variables sobre la efectividad del proceso de control y supervisión de Obras, la Comisión para América Latina y el Caribe, por medio del informe sobre planificación estratégica (2011), señala los criterios a tomar en cuenta al momento de nombrar los indicadores:

El nombre del indicador debe ser lo más ilustrativo posible sobre lo que se quiere medir, y la fórmula debe permitir informar sobre los parámetros o variables que se están midiendo:

- Debe ser claro, preciso y auto explicativo.
- Que cualquier persona entienda que se mide con ese indicador.
- Si se usan siglas o aspectos técnicos, deben definirse en una nota explicativa.

Por ejemplo:

"Porcentaje de aeropuertos que cuentan con sistema ILS"

Es fundamental en este caso incorporar una nota: ILS (Instrument Landing System) es un sistema de aterrizaje instrumental con que cuentan los aviones para aterrizar en condiciones de baja visibilidad. (pág. 80).

La denominación para indicadores según la CEPAL debe reflejar con toda exactitud las características o propiedades que se pretende medir.

d) Fórmulas de cálculo para indicadores según CEPAL

En la idea anterior se detalla los criterios que debe tener el nombre del indicador; asimismo, se referencia que deben ser congruentes con una fórmula de cálculo. El informe sobre planificación estratégica de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL (2011), lista los tipos de fórmulas que puede tener un indicador.

La fórmula de cálculo es una relación matemática de las variables que deben entregar como resultado lo que dice el nombre del indicador. Los tipos de fórmulas más utilizados en la construcción de indicadores:

- **Porcentaje (proporciones):** Razón entre dos variables con una misma unidad de medida.

SINTAXIS
$\left[\frac{\text{Numerador}}{\text{Denominador}} \right] \times 100 = \%$
EJEMPLO
<p>"Porcentaje de cobertura en la atención de adultos mayores"</p> $\left[\frac{\text{Total de adultos mayores atendidos}}{\text{Total de adultos mayores del país}} \right] \times 100 = \%$

Figura 2: Razón entre dos variables con una misma unidad de medida

- **Tasa de variación:** Razón entre una misma variable, pero en periodos diferentes.

SINTAXIS
$\left(\left[\frac{\text{Variable año } t}{\text{Variable año } t - 1} \right] - 1 \right) \times 100$
$\left[\frac{\text{Variable año } t - \text{Variable año } t - 1}{\text{Variable año } t - 1} \right] \times 100$
EJEMPLO
<p>"Tasa de variación de exportaciones de miel entre 2008 y 2009"</p> $\left(\left[\frac{\text{Total de exportaciones de miel 2009}}{\text{Total de exportaciones de miel 2008}} \right] - 1 \right) \times 100$ $\left[\frac{\text{Total de exportaciones miel 2009} - \text{Total de exportaciones miel 2008}}{\text{Total de exportaciones miel 2008}} \right] \times 100$

Figura 3: Razón entre una misma variable, pero en periodos diferentes

- **Razón o promedio:** Relación entre dos variables con distinta unidad de medida.

SINTAXIS
$\left[\frac{\text{Numerador}}{\text{Denominador}} \right] =$
<i>Unidades promedio del numerador por cada unidad del denominador</i>
EJEMPLO
<p>"Promedio de tiempo de tramitación por solicitudes tramitadas"</p> $\left[\frac{\sum \text{de tiempos de tramitación de cada solicitud}}{\text{Total de solicitudes tramitadas}} \right] = \text{Tiempo promedio de solicitud}$

Figura 4: Relación entre dos variables con distinta unidad de medida

- **Índices:** Permiten medir la evolución de una variable en el tiempo, a partir de un valor base.

SINTAXIS
$\text{Índice año base} = \left(\frac{\text{Valor año base}}{\text{Valor año base}} \right) \times 100$ $\text{Índice año t} = \left(\frac{\text{Valor año t}}{\text{Valor año base}} \right) \times 100$
EJEMPLO
<p>"Índice de remuneraciones"</p> <p><i>Promedio anual de remuneraciones año base = 5000</i></p> <p><i>Promedio anual de remuneraciones año t = 5350</i></p> $\text{Índice año base} = \left(\frac{5000}{5000} \right) \times 100 = 100$ $\text{Índice año t} = \left(\frac{5350}{5000} \right) \times 100 = 107$

Figura 5: Permiten medir la evolución de una variable en el tiempo, a partir de un valor base.

La correcta utilización de fórmulas de cálculo, con sus indicadores correctamente denominados, es de vital importancia para medir lo que realmente se desea medir. (págs. 81 - 86).

De acuerdo a la definición y ejemplificación que da la CEPAL sobre los diferentes tipos de fórmulas de cálculo, y puesto que en actividades como el proceso de registro en el cuaderno de obra se recomienda indicadores de nivel de servicio, la investigación considera fórmulas de cálculo de porcentaje y razón.

e) Criterios de validez de indicadores según CEPAL

La elaboración y planteamiento de indicadores y sus respectivas fórmulas de cálculo, obedecen a la necesidad de medir y evaluar resultados de efectividad; por lo mismo deben tener validez, por ello el Informe sobre planificación estratégica de la Comisión Económica de América Latina y el Caribe CEPAL (2011), detalla los criterios de validez para la elaboración de indicadores:

La aplicación de los criterios de validación apunta a contar con un conjunto de indicadores balanceados, que permitan satisfacer los requisitos técnicos y las necesidades de información de los usuarios. Existen múltiples criterios que se recomienda tener en cuenta a la hora de seleccionar los indicadores que finalmente serán parte del sistema de monitoreo y evaluación. (pág. 86)

Los criterios de validez de indicadores que plantea la CEPAL, y que garantizan su fiabilidad se muestran en la Tabla 4:

Criterios de validez para formulación de indicadores

Tabla 4: Criterios de validez para formulación de indicadores

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
Pertinencia	Debe referirse a los procesos y productos esenciales que desarrolla cada institución. La medición de todos los productos o actividades que realiza la institución genera una saturación de información, tanto al interior de la organización como fuera de esta.
Relevancia	Asegurarse que se están midiendo los objetivos vinculados a lo estratégico. Cuando se trata de organizaciones que tienen más de un producto o servicio, es conveniente desarrollar un conjunto de indicadores globales que represente su accionar estratégico vinculado a su misión.
Homogeneidad	Este criterio implica preguntarse cuál es la unidad de producto (atenciones medidas, asesorías legales, visitas inspectoras, etc.) medidas. Es fundamental procurar que dichas unidades de producto sean equivalentes entre sí en términos los recursos institucionales que consumen (horas hombre, cantidad de insumos materiales, etc.).

Independencia	Los indicadores deben responder en lo fundamental a las acciones que desarrolla y controla la institución o las variables del entorno que se vean afectadas directamente por esas acciones. No puede estar condicionado a factores externos, tales como la situación general del país, la labor legislativa del parlamento o la actividad conexas de terceros (públicos o privados).
Costo	La obtención de la información para la elaboración del indicador debe ser a costos que tengan correlación con los recursos que se invierten en la actividad.
Confiabilidad	Digno de confianza, independiente de quien realice la medición. En principio la base estadística de los indicadores debe estar en condiciones de ser auditada por las autoridades de la institución y examinada por observadores externos.
Simplicidad e integralidad	Existe una tensión entre ambos criterios se deben cubrir los aspectos más significativos del desempeño (integrar todas las dimensiones del desempeño), pero la cantidad de indicadores no puede exceder la capacidad de análisis de los usuarios, tanto internos como externos. Los indicadores deben ser de fácil comprensión, libre de complejidades.
Oportunidad	Debe ser generado en el momento oportuno dependiendo del tipo de indicador y de la necesidad de su medición y difusión.
No redundancia	Debe ser único y no repetitivo.
Focalizado en áreas controlables	Focalizado en áreas susceptibles de corregir en el desempeño de los organismos públicos generando a la vez responsabilidades directas en los funcionarios y el personal.
Participación.	<p>Su elaboración debe involucrar en la elaboración de los indicadores al personal de las unidades de ejecución de las acciones relevantes, con el fin de asegurar el compromiso con los objetivos e indicadores resultantes. Esto implica además que el indicador y el objetivo que pretende evaluar</p>

sea lo que más consensual posible al interior de la organización.

Nota. Propuesta de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe sobre la validez de indicadores aplicado al sector público. Fuente. CEPAL. (2011). Planificación estratégica e indicadores de desempeño en el sector público (p. 88). Santiago - Chile: ONU.

La gestión de procesos en todo ámbito debe tener presente los criterios de validez de indicadores propuestos por la CEPAL, toda vez que es relevante para un adecuado planteamiento de indicadores.

2.2.2. Los sistemas de información: basados en la web y tecnología Android.

Actualmente los recursos en tecnologías de la información más usados por las instituciones públicas o privadas, que hayan implementado un sistema de información para el proceso de control y supervisión de Obras o cualquier otro proceso de gestión, están basadas en torno a la Internet –como se evidencio en otros apartados del presente estudio– por ser el medio de comunicación e interacción más extendida, y al cuál se puede tener acceso desde casi cualquier dispositivo. Así lo precisa el CEO (Chief Executive Officer) o Director Ejecutivo de Deitel & Associates Inc., Deitel (2014), quien afirma:

Hay más de dos mil millones de usuarios de Internet en todo el mundo; esto equivale aproximadamente al 30% de la población de la Tierra. En la actualidad hay en uso más de mil millones de computadoras de propósito general, además de otros miles de millones de computadoras incrustadas que se utilizan en teléfonos celulares, teléfonos inteligentes (Smartphone), computadoras tipo Tablet, electrodomésticos, automóviles y demás; y muchos de estos dispositivos están conectados a Internet. De acuerdo con un estudio realizado por el Grupo de soluciones de negocios de Internet de Cisco, había 12.5 mil millones de dispositivos

habilitados para Internet en 2010 y se pronostica que esa cifra llegará a 25 mil millones para 2015, y a 50 mil millones para 2020. (pág. 02).

Las proposiciones del autor dan una de las razones del porque las instituciones de hoy alinean sus procesos de gestión y/o negocio, a partir del impacto que tienen las tecnologías de la información y sus recursos.

2.2.2.1. Recursos tecnológicos para los sistemas de información web y móviles

2.2.2.1.1. Aplicaciones web 2.0

a) Tecnologías web 2.0

Diversos autores señalan que el uso de las tecnologías web como parte de la solución a problemas relacionados a procesos de control y supervisión de obras, son implementados a partir de una adecuada combinación de varias herramientas y tecnologías. Así el especialista en tecnologías web, Carballeiro (2012), señala:

Es habitual que a diario naveguemos por diversos sitios para revisar nuestro correo electrónico, leer las noticias, o hacer alguna compra o pago virtual. A simple vista, todos los sitios que encontramos parecieran estar hechos de la misma manera, aunque si hacemos un análisis en detalle, descubriremos que en ellos intervienen diversas tecnologías que se combinan de diferentes modos para lograr las funcionalidades y prestaciones que brindan al usuario.” (pág. 23).

La afirmación del especialista indica que existen múltiples tecnologías web para implementar. En la actualidad estas herramientas se dividen en 02 grandes grupos, primero están las tecnologías web de lado del cliente dónde destacan el lenguaje HTML y la hoja de estilos CSS. Al respecto Carballeiro (2012), señala sobre las tecnologías del lado del cliente: “En estos sitios, cuando el usuario accede a una página, los archivos que la

componen son descargados e interpretados directamente por el navegador (Firefox o Internet Explorer).” (pág. 23). Y segundo, las tecnologías del lado del servidor, dónde destaca el lenguaje de programación PHP. Cabe indicar que al respecto Carballeiro (2012), afirma: “Son lenguajes que ejecuta el servidor para crear una página cuando el usuario accede a un sitio. Es decir, buscan la información en una base de datos y, tomándola como referencia, generan archivos HTML que serán finalmente visualizados por el usuario.” (pág. 25).

Asimismo, el presente estudio halló una forma ágil de implementar tecnologías web en procesos como el proceso de control y supervisión de obras de construcción en entidades públicas y privadas, esta forma es conocida en el ámbito del desarrollo web como, Framework o Marco de Trabajo, y es la que simplifica el trabajo de implementación proporcionando diversas herramientas como: biblioteca de funciones, clases, plantillas, reutilización de código, conectores para base de datos, etc. Actualmente dos de los frameworks más usados son JQuery Mobile y Bootstrap. “Los frameworks simplifican el desarrollo de una aplicación web mediante la automatización de funciones que se usan con frecuencia. Gracias a ellos, las operaciones complejas quedan encapsuladas para que, luego, nosotros apliquemos operaciones sencillas y fáciles de entender.” (Carballeiro, 2012, pág. 179).

b) Lenguaje de Marcado para Hipertexto - HTML 5

Al incluir una alternativa basada en el web como parte de una propuesta de solución a los problemas en el proceso de control y supervisión de obras de construcción, o de cualquier otra índole en entidades públicas o privadas, es necesario destacar el uso que le dieron a una tecnología como HTML en su versión 5 para estructurar la solución desde el lado del cliente. Al respecto Luna (2014), respalda:

La mayoría de los browsers pueden interpretar el lenguaje de marcado HTML 5 con casi la totalidad de sus funciones, por lo que los desarrollos basados en esta tecnología nos garantizan que funcionan casi por igual en todas las plataformas. [...] Todas estas mejoras suponen una actualización que potencia el conjunto de herramientas

ya existentes y habilita a que diseñadores y programadores web puedan crear páginas, sitios ricos en contenido, sin depender de herramientas o plugins de terceros. (pág. 49).

La afirmación de este autor sobre HTML 5, nos da la idea de que, quien diseña una web basada en esta tecnología, puede obtener mejor capacidad de respuesta y velocidad, aumentando la eficacia y eficiencia de los procesos que soporta.

c) Hoja de Estilo en Cascada - CSS 3

El empleo de HTML 5 para las soluciones de problemas en el plano del proceso de control y supervisión de obras de construcción en una entidad pública o privada, son complementadas por el uso de la tecnología CSS. Cabe indicar que el principal motivo para usar esta tecnología es porque controla la presentación de las aplicaciones web y sitios web, desde el lado del cliente; y que Deitel(2014), reafirma: “La separación de la estructura y la presentación simplifica el mantenimiento y la modificación de las Páginas Web, en especial en sitios Web de gran escala.” (pág. 106).

d) Preprocesador de Hipertexto - PHP.

En relación al diseño de aplicaciones web, diversos proyectos de investigación elaboran una propuesta de solución en las instituciones públicas o privadas, para soportar procesos de gestión como el de control y supervisión de obras de construcción basado en Internet, cabe señalar que el lenguaje de programación del lado del servidor que más usan para elaborar dichas aplicaciones web, es PHP. Al respecto Vaswani (2010), informa: “[...] actualmente este lenguaje se utiliza en más de 20 millones de sitios web y en más de un tercio de los servidores web de todo el mundo; [...] y está disponible en Internet ¡sin costo alguno!”, además el autor señala: “Durante los últimos años, PHP se ha convertido, de facto, en la opción para el desarrollo de aplicaciones Web orientadas a bases de datos, sobre todo por su escalabilidad, facilidad, uso y el amplio soporte para diferentes bases de datos y formatos de éstos.” (pág. 04).

Asimismo, existen múltiples factores y características por lo que se usa PHP en el desarrollo de aplicaciones web, y que Vaswani (2010), enumera:

Rendimiento. El motor de PHP 8.0 fue completamente rediseñado con un manejo óptimo de memoria para mejorar su rendimiento y es claramente más veloz que las versiones previas. Además, están disponibles aceleradores de terceros que pueden mejorar aún más el rendimiento y el tiempo de respuesta.

Portabilidad. PHP está disponible para UNIX, Microsoft Windows, Mac OS y OS/2 y los programas escritos en PHP se pueden transportar de una plataforma a otra. Como resultado, las aplicaciones PHP desarrolladas en Windows, por ejemplo, se ejecutarán en UNIX sin grandes contratiempos. Esta capacidad de desarrollar fácilmente para múltiples plataformas es muy valiosa, en especial cuando se trabaja en un ambiente corporativo de varias plataformas o cuando se intenta atacar diversos sectores del mercado.

Fácil de usar. Su sintaxis es clara y consistente y viene con una documentación exhaustiva para las más de 5 000 funciones incluidas en la distribución principal. Esto reduce de manera importante la curva de aprendizaje tanto para los desarrolladores novatos como para los expertos, y es una de las razones por las que PHP es favorecido como una herramienta rápida para la creación de prototipos que permitan el desarrollo de aplicaciones basadas en Web

Soporte a aplicaciones de terceros. Una de las fortalezas históricas de PHP ha sido su soporte a una amplia gama de diferentes bases de datos, entre las cuales se incluyen MySQL, PostgreSQL, Oracle y Microsoft SQL Server. PHP 8 soporta más de quince diferentes motores de bases de datos, e incluye una API (interfaz de programación de aplicaciones) común para el acceso a base de datos. (págs. 6 - 7).

“El lenguaje PHP se caracteriza por ser uno de los más veloces en procesar peticiones en el servidor y devolver resultados formateados en HTML. [...] dada su velocidad de respuesta, se ha vuelto el lenguaje ideal para implementar en soluciones web móviles.” (Luna, 2014, pág. 179).

d) *JQuery Mobile*

El desarrollo de aplicaciones web y móviles como solución al proceso de control y supervisión de obras de construcción, utiliza el Framework JQuery Mobile, porque este les permite mantener la compatibilidad de visualización y presentación de la aplicación desde cualquier dispositivo o plataforma. Diversos autores coinciden con esta proposición, uno de ellos es, Luna (2014), que señala:

JQuery Mobile es un conjunto de librerías JavaScript y CSS, construido específicamente para dar soporte a múltiples plataformas al momento de diseñar tanto un sitio web como una aplicación móvil. Permite de manera práctica y sin complicaciones, mantener la estructura de un sitio por igual, al momento de visualizarlo desde una computadora de escritorio, Tablet, Smartphone o teléfono celular de baja, media o alta gama con soporte para navegación web. [...] Si decidimos hacer una aplicación web que pueda ejecutarse tanto en un navegador de escritorio como en un navegador web móvil, debemos tener en cuenta que su interfaz sea lo más similar posible para que los usuarios concurrentes no deban tener que aprender dos o más veces a desplazarse por nuestro sitio. (pág. 74)

El autor evidencia la importancia de garantizar la correcta visualización de las aplicaciones web o móviles en cualquier dispositivo, durante la interacción de los usuarios con los mismos, esto contextualizado para el proceso Control y Supervisión de Obras de Construcción, fomenta las buenas prácticas del Cuaderno de Obra, lo cual aumenta la eficiencia y eficacia del proceso.

f) Bootstrap

Muchos especialistas en el desarrollo de aplicaciones web y aplicaciones móviles; cuándo éstas se desarrollan para soportar los procesos más típicos en las entidades públicas y privadas, como son: finanzas, logística, contabilidad, y recursos humanos, recomiendan que debe existir uniformidad de presentación o visualización de las aplicaciones y sitios web en cualquier dispositivo, desde el cual acceda el usuario, lo que se conoce como diseño adaptable o responsive. El analista de sistemas de computación y desarrollador web, Hereter (2015), lo define:

Bootstrap es un Framework creado por el equipo de desarrollo de la red social Twitter para realizar interfaces web adaptables (responsive web design) a cualquier dispositivo, ya sea una Tablet, un teléfono o una PC de escritorio. Esto quiere decir que la interfaz se adapta automáticamente a cualquier tamaño y resolución de pantalla sin que el usuario tenga que modificar nada. (pág. 12).

La afirmación que hace el autor respecto al uso de Bootstrap, aplicado sobre las aplicaciones web y móviles, es plausible; sin embargo, lo que nos dice sobre sus ventajas, es aún mejor, y que Zanini & Hereter (2015), concluyen:

Gracias a este tipo de diseño, ya no necesitamos programar o diseñar una página web para cada tipo de dispositivo existente en el mercado, ya que el sitio web se adaptará automáticamente al tamaño, resolución y orientación del dispositivo que estemos utilizando para acceder. La página web detecta desde qué dispositivo se está conectando el usuario (mediante código de programación) y elige la versión que más se adapte a la resolución de pantalla de este. (pág. 14).

El sustento que dan los autores para el uso de Bootstrap como herramienta y técnica para implementar aplicaciones web y aplicaciones móviles, con características de adaptabilidad, suponen una buena práctica para tomar en cuenta al momento de plantear una solución al problema de investigación.

2.2.2.1.2. Tecnologías de base de datos

Diversos autores especialistas en el desarrollo de aplicaciones web y móviles, destacan el uso de la base de datos como repositorio central de la información que generan los procesos de negocio, en las entidades privadas, o de administración en las entidades públicas, ello cuándo han implementado aplicaciones web o móviles como alternativa de solución a los problemas; es así, como el proceso de control y supervisión de obras de construcción puede verse beneficiado con el uso de estas tecnologías. El especialista en desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles y analista de sistemas, Luna (2014), señala: “En la creación de sitios web dinámicos, las bases de datos juegan un papel fundamental, almacenando gran parte del contenido que suele mostrarse en estos sitios.” (pág. 187).

a) Base de datos: MySQL

Para el desarrollo de aplicaciones web y móviles, el uso de una base de datos es fundamental, tal cual lo afirma el especialista del tema en el párrafo anterior. Y en cuanto a esta tecnología, la más usada dentro del contexto es MySQL. Así lo afirma el analista de sistemas y experto en desarrollo web con PHP y MySQL, Minera (2010), quien afirma: “MySQL es, desde hace mucho tiempo, el servidor de base de datos más utilizado para desarrollar proyectos de cualquier tipo, desde los más simples hasta los más complejos.” (pág. 226). El autor asevera que el motivo más importante es la capacidad que tiene MySQL para adaptarse a proyectos de cualquier tamaño. Sin embargo, existe otro motivo por el cual se debe su popularidad, y es su estrecha y transparente relación con PHP, que lo hace el complemento ideal (Luna, 2014).

Al respecto Minera (2007), señala: “Desde hace algún tiempo, se ha ido dando una particular unión entre esta base de datos y el lenguaje de programación PHP; por este motivo, MySQL se utiliza mayormente en proyectos relacionados con sitios web.” (pág. 70). Por otro parte, Minera (2010), refiere, además que existen una serie de factores que inciden para su elección en los proyectos de desarrollo para instituciones públicas o privadas:

Licenciamiento. MySQL es de libre distribución, significa que podemos descargarlo de manera gratuita e instalarlo en nuestro sistema para desarrollos, tanto para uso particular, como para uso comercial.

Facilidad de uso. Sencillez con relación a la administración: al ser tan popular, este servidor de base de datos dispone de un gran número de herramientas destinadas a controlar su funcionamiento de manera intuitiva.

Multiplataforma. MySQL está disponible para distintas plataformas y sistemas operativos, por lo cual su disponibilidad no estará afectada por las características de nuestro servicio de alojamiento.

Rapidez. Los niveles de velocidad alcanzados a través de MySQL, no tiene nada que envidiar a las estadísticas públicas por sus competidores.

Seguridad. MySQL es utilizada en el nivel empresarial en grandes proyectos, y en estos y en otros casos es fundamental poder definir un esquema de seguridad acorde con las necesidades. A tal fin, provee las herramientas adecuadas para garantizar la seguridad de la información y del acceso.

Estabilidad. Si bien MySQL está preparada para salir de eventuales inconvenientes que atañen a distintos factores (errores internos y externos), éstos no son para nada frecuentes: una de las cualidades más salientes de este motor de base de datos es su estabilidad alcanzada, algo que genera confianza en quienes lo utilizan para almacenar informaciones sensibles dentro de las organizaciones. (págs. 26 - 28).

Los especialistas sustentan el por qué usar el servidor de base de datos MySQL en proyectos que producen aplicaciones web o aplicaciones móviles, como solución a problemas de tareas de gestión de recursos financieros, u otras tareas.

b) Lenguaje estructura de consultas - SQL

En relación a las proposiciones del párrafo anterior que indican la importancia del uso de bases de datos en el desarrollo de aplicaciones web o móviles, diversos especialistas en gestión de base de datos concuerdan que la mejor manera de modelarlas, diseñarlas y manejarlas es mediante el Lenguaje Estructurado de Consultas – SQL. En referencia a ello, el Ingeniero Informático y el Administrador de Sistemas, López Montalbán & Castro Vázquez (2014), indican:

La principal herramienta de un gestor de base de datos es la interfaz de programación con el usuario. Este interfaz consiste en un lenguaje muy sencillo mediante el cual el usuario realiza preguntas al servidor, contestando este a las demandas del usuario. Este lenguaje comúnmente se denomina SQL, Structured Query Language, está estandarizado por la ISO, es decir, todas las bases de datos que soporten SQL deben tener la misma sintaxis a la hora de aplicar el lenguaje. Se divide en 4 sub lenguajes, el total de todos ellos permite al SGBD cumplir con las funcionalidades requeridas por CODD:

Lenguaje DML: o lenguaje de manipulación de datos (Data Manipulation Language). Este lenguaje permite con 4 sentencias sencillas, seleccionar determinados datos (SELECT), insertar datos (INSERT), modificarlos (UPDATE) o incluso borrarlos (DELETE).

Lenguaje DDL: o lenguaje de definición de datos (Data Definition Language). Este lenguaje permite crear toda la estructura de una base de datos (desde tablas hasta usuarios). Sus cláusulas son del tipo DROP (Eliminar objetos) y CREATE (Crear objetos).

Lenguaje DCL: o lenguaje de control de datos (Data Control Language). Incluye comandos (GRANT y REVOKE) que permiten al administrador gestionar el acceso a los datos contenidos en la base de datos.

Lenguaje TCL: o lenguaje de control de transacciones. El propósito de este lenguaje es permitir ejecutar varios comandos de forma simultánea como si fuera un comando atómico o indivisible.

Si es posible ejecutar todos los comandos, se aplica la transacción (COMMIT), y si, en algún paso de la ejecución, sucede algo inesperado, se pueden deshacer todos los pasos dados (ROLLBACK). (págs. 16 - 17).

Las proposiciones señaladas por las especialistas líneas arriba establecen que, para implementar una base de datos para las aplicaciones web o móviles, se requiere el uso del lenguaje SQL, el cual debe permitir la creación y gestión de la base de datos, en este caso, dentro del servidor de MySQL. Asimismo, es importante destacar las ventajas de usar el lenguaje estructurado de consultas - SQL, estas son: potencia, versatilidad y su capacidad de recuperar millones de registros – provenientes de las tablas– con sólo una línea de código (López Montalbán & Castro Vázquez, 2014).

2.2.2.1.3. Tecnologías de desarrollo móvil con Android

Diversos autores en secciones anteriores destacan y recomiendan las tecnologías que se deben emplear en proyectos de desarrollo de aplicaciones web y móviles, siendo las opciones más saltantes, el uso de JQuery Mobile y Bootstrap; sin embargo, el presente estudio halla evidencias de otras tecnologías igual o más versátiles que las anteriores. Por otra parte, y en relación a los dispositivos móviles que comúnmente usan las personas, un estudio demuestra que la mayoría de dispositivos –teléfonos inteligentes y tabletas– usan el sistema operativo Android, de Google Inc. En Perú y con relación a lo afirmado líneas arriba, el mapa de Colonización Mobile de Latinoamérica (2013), da como resultado que el 66.59% de los usuarios de teléfonos móviles en el Perú opta por el sistema operativo Android, mientras que un 23.20% utiliza el sistema operativo IOS, de Apple.

a) MIT App Inventor 2

La mayor cantidad de dispositivos móviles que existen en el mercado actual vienen con el sistema operativo Android instalado, como se

evidencia en los resultados del párrafo anterior; por lo mismo, diversos especialistas en desarrollo móvil sugieren que se tome la plataforma Android como el punto de partida para la creación de aplicaciones móviles. El presente estudio halló evidencias que para desarrollar aplicaciones para la plataforma Android, no se requiere mayor experiencia en el campo de la programación, al menos, en soluciones de gama media; la herramienta que proponen los expertos es el uso de App Inventor 2, un proyecto del MIT para el desarrollo de aplicaciones Android mediante un lenguaje gráfico de bloques. Es así que, en orden de referencia, los profesores de Ciencias de la Computación de la Universidad de San Francisco y del Instituto Tecnológico de Massachusetts; y las Ingenieras de Software de Google Inc., Wolber, Abelson, Spertus, & Looney (2015), afirman:

App Inventor es una herramienta visual, tipo arrastrar y soltar, para construir aplicaciones móviles en la plataforma Android. Diseñas la interfaz de usuario (apariencia visual) de una aplicación, usando una interfaz gráfica de usuario (GUI) basado en la web, luego especificas el comportamiento de la aplicación juntando piezas de bloques como si trabajarás en un rompecabezas. (pág. 15).

Claramente los expertos señalan los beneficios y facilidad de utilizar el proyecto del MIT App Inventor para el desarrollo de aplicaciones móviles, lo cual puede ser una alternativa de solución para el problema de investigación del presente estudio. Por otra parte, surge la pregunta de quienes pueden usar esta herramienta, y Wolber, Abelson, Spertus, & Looney (2015), responden:

App Inventor está disponible libremente para cualquiera que desee usarlo. Se ejecuta en línea (directamente en tu computadora) y es accesible desde cualquier navegador. No necesitas un teléfono para usarlo, puedes probar tus aplicaciones en un simulador de Android, que está incluido. En setiembre de 2014, existían 1.9 millones de

usuarios de 195 países, registrados en App Inventor. Juntos hemos creado cerca de 5 millones de aplicaciones. (pág. 19).

Profundizando más en el desarrollo de aplicaciones móviles para Android, la presente investigación pudo conocer el nivel de tipo de aplicaciones que se pueden construir con App Inventor, que van desde desarrollar aplicaciones para juegos, hasta controlar robots, o ubicar personas o lugares con GPS. Wolber, Abelson, Spertus, & Looney (2015), nos dan alcances de esta afirmación:

Puedes construir diferentes tipos de aplicaciones con App Inventor. Usa tu imaginación, y podrás crear todas las cosas que te gusten, en útiles aplicaciones.

- ✓ Aplicación para juegos
- ✓ Aplicaciones educativas
- ✓ Aplicaciones de ubicación GPS
- ✓ Aplicaciones de alta tecnología
- ✓ Aplicaciones SMS
- ✓ Aplicaciones que controlan robots
- ✓ Aplicaciones complejas.
- ✓ Aplicaciones web. (págs. 18 - 19).

La alternativa de usar el proyecto del MIT, App Inventor, para implementar aplicaciones móviles, es real y viable, así lo garantizan especialistas en las ciencias de la computación y las tecnologías de la información.

2.2.2.1.4. Correo electrónico

En el servicio de correo electrónico relacionado con el proceso de control y supervisión de obras de construcción; los expertos señalan que en la actualidad se usan como medios de notificación o avisos que generan las aplicaciones web o aplicaciones móviles, a través del uso de servicios de manejo de correo electrónico en planes de pago, o gratuitamente mediante el uso de librerías como PHP Mailer; sin embargo, no es menos

importante puesto que se convierte en un vehículo de información sobre el progreso de las actividades de los sistemas de información, destacando su utilidad de mantener informado a los ingenieros residentes y supervisores de Obra.

a) Outlook

En el ámbito del uso de aplicaciones web y móviles en las instituciones públicas y privadas, como soporte para compartir información e incidencias que su pudieran dar en Obra, éstas usan uno de los servicios de correo electrónico más usado en la actualidad, Outlook de Microsoft, anteriormente conocido como Hotmail; este servicio se integra adecuadamente con las soluciones propuestas por otras investigaciones, principalmente para notificar e informar a los ingenieros sobre el progreso de la Obra, en el lugar dónde se encuentren. El sitio web oficial de (Microsoft Corporation, 2015), destaca que Outlook es un servicio de correo electrónico gratuito que garantiza la conexión en y desde todos los dispositivos, organizando la información del usuario con herramientas y un conjunto de aplicaciones que utilizan la dirección de correo electrónico para acceder a los mensajes, archivos y otras aplicaciones de Microsoft desde cualquier dispositivo.

En los sistemas de información la integración de herramientas incrementa la eficacia y eficiencia de los procesos; esta proposición refrendada por diversos autores.

b) Gmail

Otro servicio de correo electrónico muy usado en la actualidad es, Gmail, propiedad de Google Inc., este servicio también se integra eficientemente con las aplicaciones web o aplicaciones móviles, y que son incluidas para cumplir tareas de notificación y avisos sobre el progreso de las actividades; y como es característico, (Google Inc., 2015) define brevemente que la sencillez y facilidad de Gmail estará, donde estés y en cualquier dispositivo, usando las notificaciones en tiempo real, para que no pierdas los correos importantes.

Las afirmaciones de la corporación Google respecto a su servicio de correo electrónico, destacando su ventaja como herramienta de notificaciones en tiempo real, es viable para su consideración en soluciones respecto a problemas de investigación similares a este estudio.

2.2.2.2. Proceso de desarrollo de software o sistemas de información

El software en la actualidad es el recurso tecnológico más usado e indispensable en todas las industrias y sectores del mundo, tal es así que ninguna institución pública o privada ejecuta sus procesos sin apoyo de sistemas informáticos. Al respecto el profesor de ingeniería de software Sommerville (2011) manifiesta:

Es imposible operar el mundo moderno sin software. Las infraestructuras nacionales y los servicios públicos se controlan mediante sistemas basados en computadoras, y la mayoría de los productos eléctricos incluyen una computadora y un software de control. La fabricación y la distribución industrial están completamente computarizadas, como el sistema financiero. El entretenimiento, incluida la industria musical, los juegos por computadora, el cine y la televisión, usan software de manera intensiva. (pág. 04).

El uso del software como se destaca en la idea anterior, conlleva a deducir que instituciones de todo ámbito las utilizan para apoyar sus diferentes procesos de gestión o administración, incluso aquellas en donde sus propios empleados desarrollan software para procesar sus tareas guiados por motivaciones personales, o porque las instituciones no adquieren o desarrollan software para tal efecto; sin embargo, el desarrollo de software no debe hacerse sin considerar una disciplina y un proceso ingenieril: ingeniería del software. Al respecto Sommerville (2011), señala:

En las empresas los empleados hacen programas de hoja de cálculo para simplificar su trabajo; científicos e ingenieros elaboran

programas para procesar sus datos experimentales, y los aficionados crean programas para su propio interés y satisfacción. Sin embargo, la gran mayoría del desarrollo de software es una actividad profesional, donde el software se realiza para propósitos de negocios específicos, para su inclusión en otros dispositivos o como productos de software, por ejemplo, sistemas de información, sistemas de CAD, etcétera. El software profesional, destinado a usarse por alguien más aparte de su desarrollador, se lleva a cabo en general por equipos, en vez de individualmente. Se mantiene y cambia a lo largo de su vida. La ingeniería de software busca apoyar el desarrollo de software profesional, en lugar de la programación individual. Incluye técnicas que apoyan la especificación, el diseño y la evolución del programa, ninguno de los cuales son normalmente relevantes para el desarrollo de software personal. (pág. 05).

La principal diferencia entre el desarrollo de software profesional y el desarrollo de software individual, es la que se destaca en la proposición anterior; es decir, la producción de software de calidad conlleva la necesidad de seguir la disciplina de la ingeniería de software.

2.2.2.2.1. Ingeniería de software para la producción de software

Para implementar software en cualquier ámbito, debemos hacerlo siguiendo una disciplina y un proceso ingenieril denominado ingeniería del software; sobre una definición precisa al respecto Sommerville (2011), afirma: “La ingeniería de software es una disciplina de ingeniería que se interesa por todos los aspectos de la producción de software, desde las primeras etapas de la especificación del sistema hasta el mantenimiento del sistema después de que se pone en operación.” (pág. 07).

Asimismo, cabe señalar que existe una diferencia entre la definición de software desde la óptica del usuario común, que limita el concepto de

software a un programa de computadora; y la de un usuario desde la óptica de la ingeniería de software, dónde el producto software también incluye documentación de la configuración, guías o manuales de usuario e información adicional. Al respecto Sommerville (2011), esclarece: “[...] cuando se habla de ingeniería de software, esto no sólo se refiere a los programas en sí, sino también a toda la documentación asociada y los datos de configuración requeridos para hacer que estos programas operen de manera correcta.” (pág. 05).

Finalmente, para el desarrollo de software o sistemas de información, simples o complejos, los ingenieros de software requieren organizar su trabajo usando un enfoque sistémico o proceso de software que asegure la calidad del producto software.

2.2.2.2.2. Proceso de software

Sommerville (2011), refiere que el enfoque sistémico que usan los ingenieros de software para producir sistemas de información o productos software, también se conoce como proceso de software. El proceso consta de una secuencia de actividades y tareas que conducen a la elaboración de un producto software o un sistema de información. Por otro lado, desde la perspectiva de la ingeniería del software no se exige usar un proceso de software rígido y con actividades invariables, por el contrario, debe ser un proceso contextualizado y flexible; al respecto el ingeniero de software Pressman (2010), afirma:

En el contexto de la ingeniería de software, un proceso no es una prescripción rígida de cómo elaborar software de cómputo. Por el contrario, es un enfoque adaptable que permite que las personas que hacen el trabajo (el equipo de software) busquen y elijan el conjunto apropiado de acciones y tareas para el trabajo. Se busca siempre entregar el software en forma oportuna y con calidad suficiente para satisfacer a quienes patrocinaron su creación y a aquellos que lo usarán. (pág. 12).

Diversos autores y estándares internacionales en el campo de la ingeniería del software y web, definen actividades estructurales o

fundamentales del proceso de software que son aplicables a cualquier proyecto de desarrollo, sean simples o complejos.

a) Actividades fundamentales según Ian Sommerville

El proceso de software está compuesto por un amplio conjunto de actividades y tareas, pero existen cuatro actividades fundamentales que son de uso transversal para cualquier proyecto de desarrollo; así Sommerville (2011) lo establece:

Existen muchos diferentes procesos de software, pero todos deben incluir cuatro actividades que son fundamentales para la ingeniería de software:

1. Especificación del software: Tienen que definirse tanto la funcionalidad del software como las restricciones de su operación.
2. Diseño e implementación del software: Debe desarrollarse el software para cumplir con las especificaciones.
3. Validación del software: Hay que validar el software para asegurarse de que cumple lo que el cliente quiere.
4. Evolución del software: El software tiene que evolucionar para satisfacer las necesidades cambiantes del cliente.

En cierta forma, tales actividades forman parte de todos los procesos de software. Por supuesto, en la práctica éstas son actividades complejas en sí mismas e incluyen sub actividades tales como la validación de requerimientos, el diseño arquitectónico, la prueba de unidad, etcétera. (pág. 48).

Por otra parte, Sommerville (2011) señala que en los procesos de software también se describe los productos que son resultados de una actividad del proceso, y los roles que son las personas que tienen la responsabilidad de ejecutar las actividades del proceso de software; asimismo, el citado autor señala que no existe un proceso ideal de software, puesto que diferentes tipos de sistemas necesitan distintos procesos de desarrollo.

b) Actividades estructurales según Roger Pressman

Las cinco actividades comunes de un proceso de software, útiles para cualquier tamaño y envergadura de proyectos de desarrollo son llamadas también actividades estructurales por el ingeniero de software Pressman (2010), quien afirma:

La estructura del proceso establece el fundamento para el proceso completo de la ingeniería de software por medio de la identificación de un número pequeño de actividades estructurales que sean aplicables a todos los proyectos de software, sin importar su tamaño o complejidad. [...] Una estructura de proceso general para la ingeniería de software consta de cinco actividades:

1. Comunicación. Antes de que comience cualquier trabajo técnico, tiene importancia crítica comunicarse y colaborar con el cliente (y con otros participantes). Se busca entender los objetivos de los participantes respecto del proyecto, y reunir los requerimientos que ayuden a definir las características y funciones del software.

2. Planeación. Cualquier viaje complicado se simplifica si existe un mapa. Un proyecto de software es un viaje difícil, y la actividad de planeación crea un “mapa” que guía al equipo mientras viaja. El mapa —llamado plan del proyecto de software— define el trabajo de ingeniería de software al describir las tareas técnicas por realizar, los riesgos probables, los recursos que se requieren, los productos del trabajo que se obtendrán y una programación de las actividades.

3. Modelado. Ya sea usted diseñador de paisaje, constructor de puentes, ingeniero aeronáutico, carpintero o arquitecto, a diario trabaja con modelos. Crea un “bosquejo” del objeto por hacer a fin de entender el panorama general —cómo se verá arquitectónicamente, cómo ajustan entre sí las partes constituyentes y muchas características más—. Si se requiere,

refina el bosquejo con más y más detalles en un esfuerzo por comprender mejor el problema y cómo resolverlo. Un ingeniero de software hace lo mismo al crear modelos a fin de entender mejor los requerimientos del software y el diseño que los satisfará.

4. Construcción. Esta actividad combina la generación de código (ya sea manual o automatizada) y las pruebas que se requieren para descubrir errores en éste.

5. Despliegue. El software (como entidad completa o como un incremento parcialmente terminado) se entrega al consumidor que lo evalúa y que le da retroalimentación, misma que se basa en dicha evaluación.

Estas cinco actividades estructurales genéricas se usan durante el desarrollo de programas pequeños y sencillos, en la creación de aplicaciones web grandes y en la ingeniería de sistemas enormes y complejos basados en computadoras. Los detalles del proceso de software serán distintos en cada caso, pero las actividades estructurales son las mismas. (págs. 13-14).

Asimismo, Pressman (2010) señala la importancia de considerar la organización y secuencia de las tareas y actividades estructurales dentro del proceso de software; por ello, plantea cuatro diferentes flujos de proceso que son representados en la Ilustración 6.



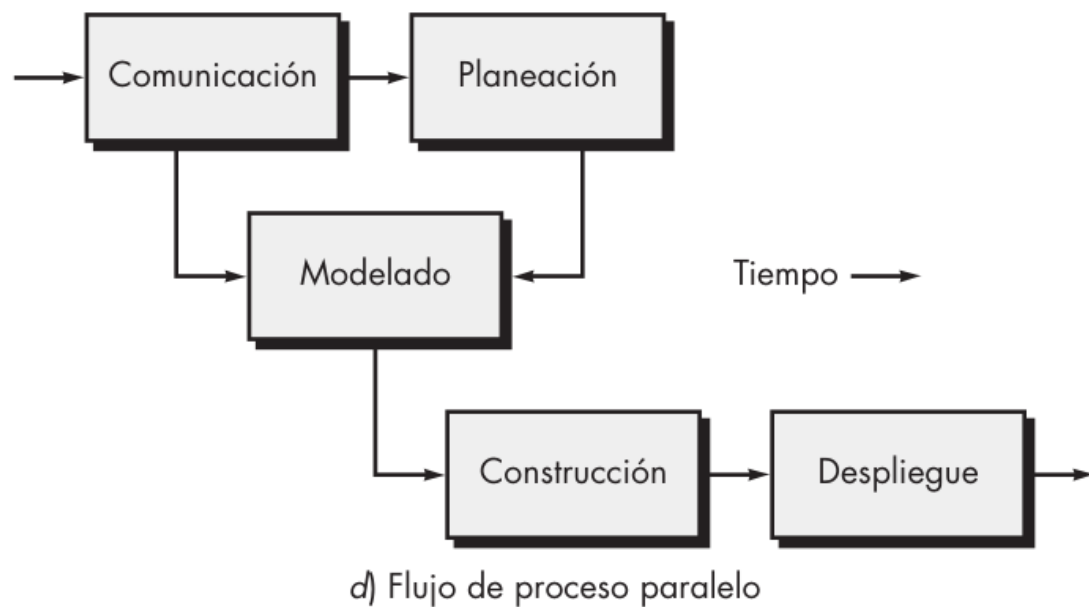
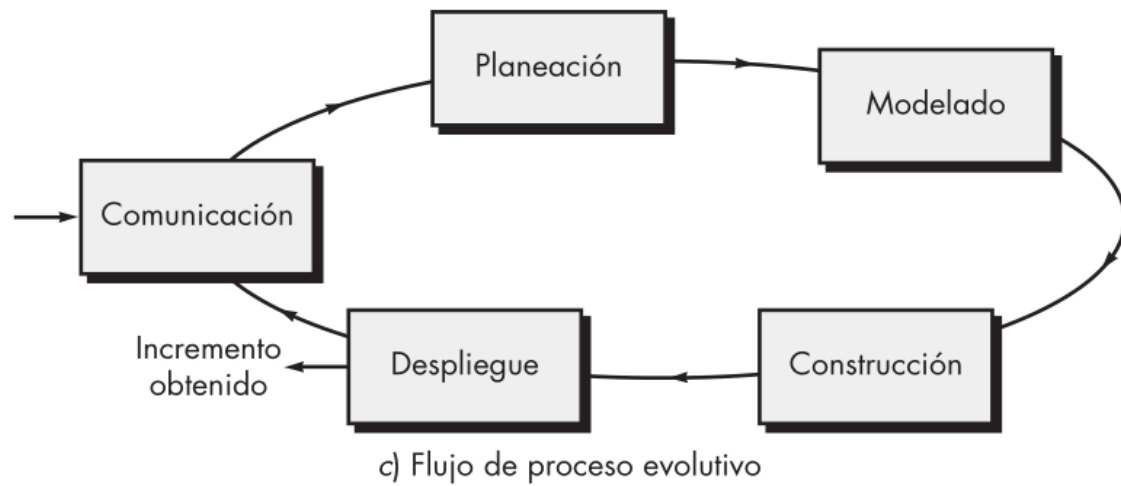
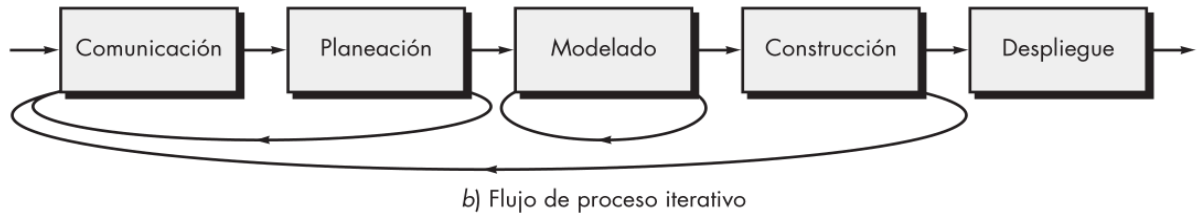


Figura 6: Flujos de proceso de software

Ilustración 6. Flujos de proceso de software.

Fuente. S. Pressman, R. (2010). Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. (7th ed., p. 28). México: McGraw-Hill.

Por otra parte, Pressman (2010) refiere que los procesos de software, además de incluir las cinco actividades estructurales, también deben incluir actividades de gestión del proyecto de software, y de seguimiento y control del avance.

c) Actividades según la ISO/IEC 12207

El estándar internacional ISO/IEC 12207 (2008), referido al ciclo de vida del proceso de software, establece un marco de trabajo referencial para el ciclo de vida del proceso de software que incluye siete procesos específicos de software:

1. Proceso de implementación de software. El propósito de la implementación de software es transformar el comportamiento especificado, interfaces y las limitaciones de ejecución, en acciones que creen un elemento del sistema implementado como un producto de software o servicio, también conocido como un "elemento de software." Este proceso da como resultado un elemento de software que satisfaga los requisitos de diseño arquitectónico a través de requisitos de verificación y de los interesados a través de la validación.
2. Proceso de análisis de requisitos del software. El propósito del análisis de requerimientos es establecer los requisitos de los elementos de software del sistema.
3. Proceso de diseño arquitectónico del software. El propósito del diseño arquitectónico es proporcionar un diseño para el software que se implementa, y que pueda verificarse en relación con los requisitos.
4. Proceso de diseño detallado de software. El propósito del diseño detallado de software es proporcionar un diseño para el software que se implementa, y que pueda verificarse en relación con los requisitos y la arquitectura de software y que sea lo suficientemente detallada para permitir la codificación y las pruebas.
5. Proceso de construcción del software. El propósito de la construcción del software es la producción de unidades de software ejecutables que reflejen adecuadamente el diseño de software.
6. Proceso de integración del software. El propósito de la integración de software es la combinación de las unidades y componentes de software, y la producción de elementos de software integrados en consonancia con el diseño del software, que demuestren que los requisitos de software funcionales y no funcionales son satisfechos en una plataforma operativa equivalente o completa.

7. Proceso de prueba y calificación de software. El propósito de la prueba y calificación es confirmar que el producto de software integrado cumple con sus requisitos definidos. (págs. 57-65).

Diversas actividades estructurales o fundamentales componen un proceso de software; sin embargo, también existen diversas formas de representar y ejecutar las actividades del proceso; por ello, los proyectos de desarrollo necesitan de un modelo de proceso.

2.2.2.2.3. Modelos de proceso

Un modelo de proceso de software es la representación y adaptación de uno o más flujos de procesos, desde un enfoque o perspectiva en particular. Al respecto Sommerville (2011) señala: “[...] un modelo de proceso de software es una representación simplificada de este proceso. Cada modelo del proceso representa a otro desde una particular perspectiva y, por lo tanto, ofrece sólo información parcial acerca de dicho proceso.” (pág. 29).

Igualmente, diversos autores en el campo de la ingeniería del software indican que existen dos categorías del modelo de proceso de software, que son denominadas: modelos de procesos prescriptivos o tradicionales, que están basados en planes rigurosos, y los modelos de procesos ágiles, que entregan versiones del software en corto tiempo. Así Sommerville (2011), determina:

Los procesos de software se clasifican como dirigidos por un plan (plan driven) o como procesos ágiles. Los procesos dirigidos por un plan son aquellos donde todas las actividades del proceso se planean por anticipado y el avance se mide contra dicho plan. En los procesos ágiles, la planeación es incremental y es más fácil modificar el proceso para reflejar los requerimientos cambiantes del cliente. (pág. 29).

De acuerdo a lo señalado por el citado autor, la clasificación de los modelos de proceso de software se corresponde con los modelos de procesos prescriptivos y los modelos de procesos ágiles.

a) Modelos de proceso prescriptivos o tradicionales

Según Pressman (2010), los modelos prescriptivos se han aplicado durante muchos años en un esfuerzo por otorgar orden y estructura a los proyectos de desarrollo de software. Cada uno de dichos modelos sugiere un flujo de proceso algo distinto, pero todos llevan a cabo el mismo conjunto de actividades estructurales del proceso: comunicación, planeación, modelado, construcción y despliegue.

Los modelos prescriptivos o tradicionales deben considerarse como marcos referenciales, flexibles y adaptables para implementarse en procesos específicos de desarrollo de software. En relación a la idea anterior, Sommerville (2011) señala: “[...] no son descripciones definitivas de los procesos de software. Más bien, son abstracciones del proceso que se utilizan para explicar los diferentes enfoques del desarrollo de software. Se pueden considerar marcos del proceso que se extienden y se adaptan para crear procesos más específicos de ingeniería de software.” (pág. 29). Los modelos prescriptivos o tradicionales que identifican los citados autores, son: modelo de la cascada, modelo incremental, modelo basado en la reutilización y el modelo espiral.

b) Modelo de la cascada

Según Sommerville (2011), fue el primer modelo publicado sobre el proceso de software, derivado de otros procesos más generales de la ingeniería de sistemas. Este modelo del proceso es conocido como cascada por el paso de una fase a otra en forma escalonada; y forma parte de los procesos dirigidos por planes rígidos, donde deben establecerse explícitamente todas las actividades del proceso, antes de comenzar el proyecto de software.

Por otro lado, Pressman (2010) refiere que el modelo de la cascada es conocido también como ciclo de vida clásico, que sugiere un enfoque sistemático y secuencial para los proyectos de desarrollo de software, iniciando con la especificación de requerimientos por parte del cliente y continuando después con la planeación, modelado, construcción y despliegue, hasta concluir el producto de software. La Figura 6, representa gráficamente el modelo de la cascada.

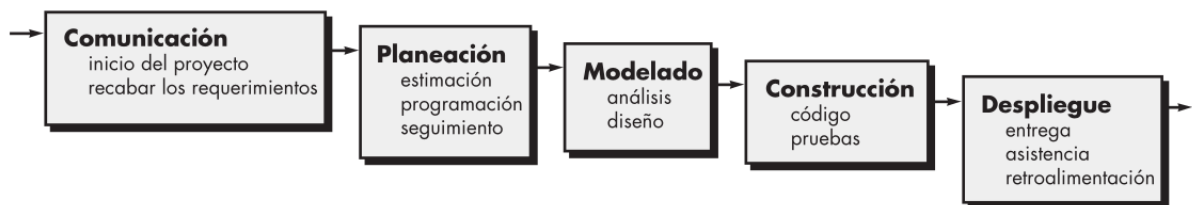


Figura 7: Modelo de cascada

Ilustración 7. Modelo de la cascada

Fuente. S. Pressman, R. (2010). Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. (7th ed., p. 34). México: McGraw-Hill.

Sin embargo, existen limitaciones en el modelo de la cascada que pueden ocasionar problemas durante su aplicación en un proyecto de desarrollo de software; y que Pressman (2010) detalla:

1. Es raro que los proyectos reales sigan el flujo secuencial propuesto por el modelo. Aunque el modelo lineal acepta repeticiones, lo hace en forma indirecta. Como resultado, los cambios generan confusión conforme el equipo del proyecto avanza.
2. A menudo, es difícil para el cliente enunciar en forma explícita todos los requerimientos. El modelo de la cascada necesita que se haga y tiene dificultades para aceptar la incertidumbre natural que existe al principio de muchos proyectos.
3. El cliente debe tener paciencia. No se dispondrá de una versión funcional del (de los) programa(s) hasta que el proyecto esté muy

avanzado. Un error grande sería desastroso si se detectara hasta revisar el programa en funcionamiento. (pág. 34).

Finalmente, el modelo de la cascada sólo debe emplearse cuando se expliciten y comprendan bien los requerimientos, y un cambio radical durante el proyecto de desarrollo sea improbable.

c) Modelo incremental

Según Sommerville (2011), el modelo incremental se basa en la idea de desarrollar una versión inicial del software, suministrarla al cliente o usuario para su respectiva evaluación, y luego diseñar diversas versiones hasta producir el producto software esperado. Cada incremento o versión del sistema incorpora algunas de las funciones que necesita el cliente; y es en los primeros incrementos dónde se entrega las funciones más importantes o urgentes. Por otro lado, Pressman (2010) manifiesta que el modelo incremental combina los flujos de proceso lineal y paralelo, presentados en la Figura 5, aplicando secuencias lineales en forma escalonada a medida que avanza el calendario de actividades, cada una de las secuencias produce incrementos o versiones del software, listos para entregarse y usarse en ambiente reales. La Figura 7 representa gráficamente al modelo incremental.

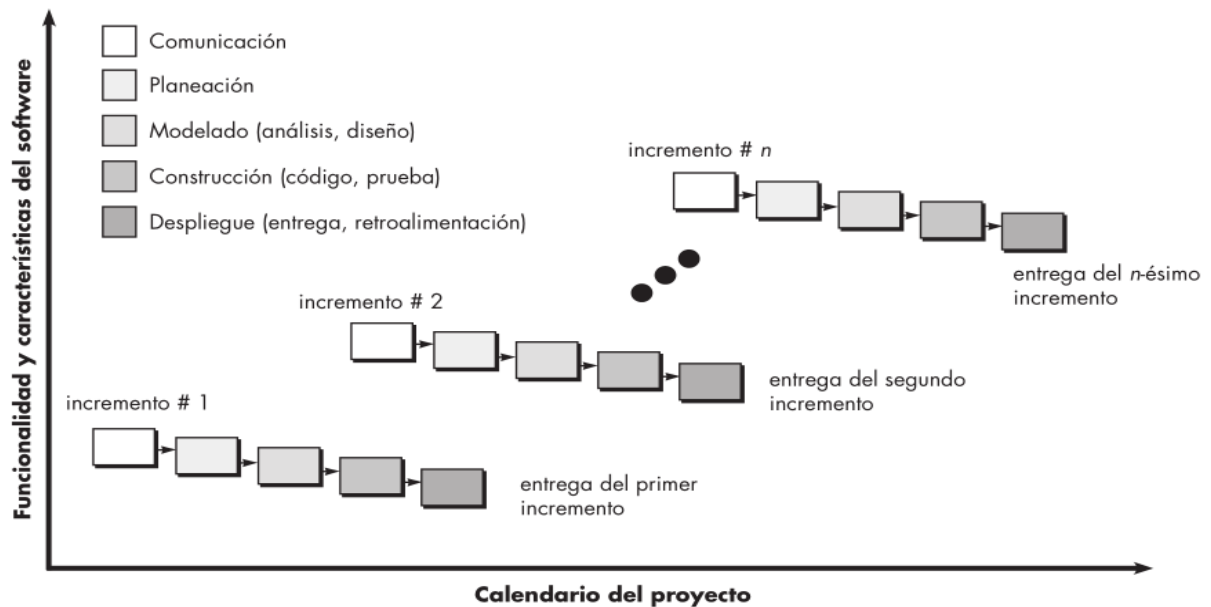


Figura 8: Modelo Incremental

Ilustración 8. Modelo incremental

Fuente. S. Pressman, R. (2010). Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. (7th ed., p. 36). México: McGraw-Hill.

A diferencia del modelo de la cascada, Sommerville (2010) afirma que este modelo incorpora tres ventajas:

1. Se reduce el costo de adaptar los requerimientos cambiantes del cliente. La cantidad de análisis y la documentación que tiene que reelaborarse son mucho menores de lo requerido con el modelo en cascada.
 2. Es más sencillo obtener retroalimentación del cliente sobre el trabajo de desarrollo que se realizó. Los clientes pueden comentar las demostraciones del software y darse cuenta de cuánto se ha implementado. Los clientes encuentran difícil juzgar el avance a partir de documentos de diseño de software.
 3. Es posible que sea más rápida la entrega e implementación de software útil al cliente, aun si no se ha incluido toda la funcionalidad. Los clientes tienen posibilidad de usar y ganar valor del software más temprano de lo que sería posible con un proceso en cascada.
- (pág. 33)

En la actualidad, Sommerville (2010) afirma que el modelo incremental es el enfoque más común para el desarrollo de software o sistemas de información; puesto que el modelo puede basarse en un plan prescriptivo, usar enfoques ágiles o lo que es más usual, combinar lo mejor de ambos modelos para el proyecto de desarrollo.

d) Modelo basado en la reutilización

En la actualidad el modelo basado en la reutilización es ampliamente usado en los proyectos de desarrollo, puesto que permite diseñar sistemas de información a partir de componentes de software disponibles en la Internet. Al respecto, Sommerville (2011) indica:

En la mayoría de los proyectos de software hay cierta reutilización de software. Sucede con frecuencia de manera informal, cuando las personas que trabajan en el proyecto conocen diseños o códigos que son similares a lo que se requiere. Los buscan, los modifican según se necesite y los incorporan en sus sistemas. (pág. 35).

Según Pressman (2010) el modelo basado en la reutilización permite construir sistemas de información basados en software, a partir de fragmentos de software prefabricados conocidos como componentes comerciales de software general, COTS por sus siglas en ingles. La figura 8 representa gráficamente al modelo basado en la reutilización.

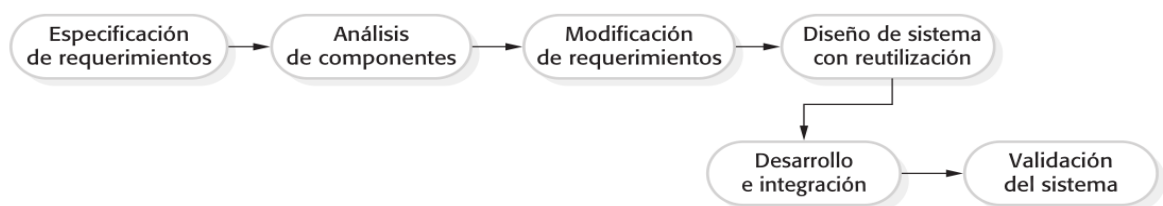


Figura 9: Modelo basado en la reutilización

Ilustración 9. Modelo basado en la reutilización

Fuente. Sommerville, I. (2011). Ingeniería de Software (9th ed., p. 35). México: Pearson.

Existen tres tipos de componentes básicos para la reutilización que Sommerville (2011) afirma que pueden usarse en los proyectos de desarrollo:

1. Servicios Web que se desarrollan en concordancia para atender servicios estándares y que están disponibles para la invocación remota.
2. Colecciones de objetos que se desarrollan como un paquete para su integración con un marco de componentes como .NET o J2EE
3. Sistemas de software independientes que se configuran para usar en un entorno particular. (pág. 36).

El uso del modelo basado en la reutilización de componentes en los proyectos de desarrollo, evidencia importantes ventajas respecto a otros modelos del proceso; siendo la reducción del desarrollo de software su principal ventaja, puesto que disminuye costos y conlleva a entregas más rápidas del software o sistemas de información.

e) Modelo espiral

Según Pressman (2010) el modelo espiral fue propuesto por Barry Boehm, quien refiere que es un modelo evolutivo para el proceso de software y que se caracteriza por construir prototipos siguiendo aspectos controlados del enfoque sistémico del modelo de la cascada. El modelo es iterativo y facilita la entrega rápida de versiones más completas y funcionales del software.

Asimismo, Sommerville (2011) afirma que Barry Boehm propuso un marco de proceso de software dirigido por el riesgo; dónde el proceso de software se representa como una espiral y las fases del proceso se corresponden con cada ciclo de la espiral. Por ello, el primer ciclo

empezando desde el más interno puede relacionarse con la factibilidad del sistema, el siguiente ciclo con la especificación de requisitos, el tercer ciclo con el diseño del software, etc.

Por otra parte, Pressman (2010) realiza una adaptación del modelo espiral de Boehm dividiendo las actividades estructurales del proceso de software; dónde cada una de ellas representa un segmento de la trayectoria del modelo espiral. Al iniciar la espiral, el equipo de software realiza las tareas contenidas de la actividad estructural en un circuito alrededor de la espiral en sentido horario, partiendo desde el centro. El riesgo se considera conforme se va desarrollando cada revolución. Esta adaptación se representa gráficamente en la Figura 9.

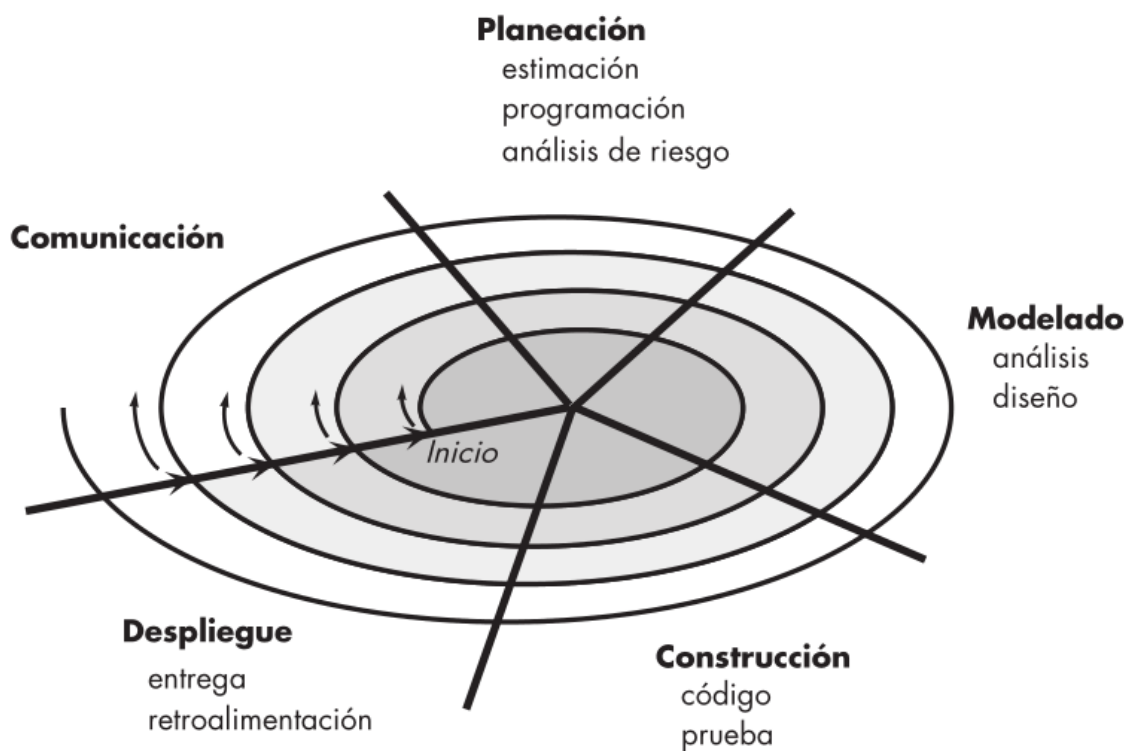


Figura 10: Modelo espiral

Ilustración 10. Modelo espiral

Fuente. S. Pressman, R. (2010). Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. (7th ed., p. 39). México: McGraw-Hill.

En cada paso de la trayectoria espiral se deben marcar puntos de referencia que entreguen información sobre los productos del proceso de software, al respecto Pressman (2010), detalla:

El primer circuito alrededor de la espiral da como resultado el desarrollo de una especificación del producto; las vueltas sucesivas se usan para desarrollar un prototipo y, luego, versiones cada vez más sofisticadas del software. Cada paso por la región de planeación da como resultado ajustes en el plan del proyecto. El costo y la programación de actividades se ajustan con base en la retroalimentación obtenida del cliente después de la entrega. Además, el gerente del proyecto ajusta el número planeado de iteraciones que se requieren para terminar el software. (pág. 40).

El modelo espiral de Boehm es el modelo adecuado para el desarrollo de software y sistemas a gran escala; por ello, demanda mucha experiencia del equipo de software en la evaluación de riesgos durante el proceso, esto conlleva a la deducción de que pueden surgir problemas si algún riesgo importante no se descubre a tiempo. Así Sommerville (2011), afirma: “Los riesgos conducen a propuestas de cambios de software y a problemas de proyecto como exceso en las fechas y el costo, de manera que la minimización del riesgo es una actividad muy importante de administración del proyecto.” (pág. 50).

f) Modelos de procesos ágiles

Según Sommerville (2011), los modelos de procesos ágiles son métodos de desarrollo incremental que liberan versiones mínimas del software, otorgando funcionalidad básica al cliente cada dos o tres semanas. Este modelo involucra a los clientes en el proceso de desarrollo, con la finalidad de obtener retroalimentación de las primeras liberaciones, producto de la evaluación que hagan los clientes durante su empleo y en relación a la necesidad de nuevos requerimientos. Los procesos ágiles reducen la

elaboración de documentación mediante el empleo de una comunicación eficaz con el cliente.

Las tres características fundamentales de los procesos ágiles que plantea Sommerville (2011), son:

1. Los procesos de especificación, diseño e implementación están entrelazados. No existe una especificación detallada del sistema, y la documentación del diseño se minimiza o es generada automáticamente por el entorno de programación que se usa para implementar el sistema. El documento de requerimientos del usuario define sólo las características más importantes del sistema.
2. El sistema se desarrolla en diferentes versiones. Los usuarios finales y otros colaboradores del sistema intervienen en la especificación y evaluación de cada versión. Ellos podrían proponer cambios al software y nuevos requerimientos que se implementen en una versión posterior del sistema.
3. Las interfaces de usuario del sistema se desarrollan usando con frecuencia un sistema de elaboración interactivo, que permita que el diseño de la interfaz se cree rápidamente en cuanto se dibujan y colocan iconos en la interfaz. En tal situación, el sistema puede generar una interfaz basada en la Web para un navegador o una interfaz para una plataforma específica, como Microsoft Windows.
(pág. 58).

Por otra parte, diversos autores refieren que los procesos ágiles no deben ser aplicados de forma improvisada, por el contrario, deben ser adaptados a procesos de software bien establecidos; al respecto Pressman (2010) señala:

La agilidad puede aplicarse a cualquier proceso del software. Sin embargo, para lograrlo es esencial que éste se diseñe en forma que permita al equipo del proyecto adaptar las tareas y hacerlas directas, ejecutar la planeación de manera que entienda la fluidez de un enfoque ágil del desarrollo, eliminar todos los productos del trabajo excepto los más esenciales y mantenerlos esbeltos, y poner

el énfasis en una estrategia de entrega incremental que haga trabajar al software tan rápido como sea posible para el cliente, según el tipo de producto y el ambiente de operación. (pág. 57).

Según Palacio (2008) los modelos de procesos ágiles que están inscritos en el portal web oficial de la organización Agile Alliance, están clasificados en dos secciones: los modelos ágiles (XP, AD, AM); y los modelos para la gestión de proyectos ágiles (ASD, AUP, Crystal, DSDM, SCRUM, XBreed).

g) Programación Extrema – XP

Según Sommerville (2011) la programación extrema, mayormente conocida como XP, fue propuesta por Kent Beck y es actualmente el método ágil más usado y reconocido de la industria del software. Se caracteriza por el desarrollo iterativo e incremental, y por la estrecha intervención de los clientes en la especificación y priorización de los requerimientos del sistema. Las principales características y prácticas de la programación extrema se muestran en la Tabla 5.

Características y prácticas de la programación extrema

Tabla 5: Características y prácticas de la programación extrema

PRÁCTICA	DESCRIPCIÓN
Planeación incremental	Los requerimientos se registran en tarjetas de historia (story cards) y las historias que se van a incluir en una liberación se determinan por el tiempo disponible y la prioridad relativa. Los desarrolladores desglosan dichas historias en “tarefas” de desarrollo.
Liberaciones pequeñas	Al principio se desarrolla el conjunto mínimo de funcionalidad útil, que ofrece valor para el negocio. Las liberaciones del sistema son frecuentes y agregan

	incrementalmente funcionalidad a la primera liberación.
Diseño simple	Se realiza un diseño suficiente para cubrir sólo aquellos requerimientos actuales.
Desarrollo de la primera prueba	Se usa un marco de referencia de prueba de unidad automatizada al escribir las pruebas para una nueva pieza de funcionalidad, antes de que esta última se implemente.
Refactorización	Se espera que todos los desarrolladores refactoricen de manera continua el código y, tan pronto como sea posible, se encuentren mejoras de éste. Lo anterior conserva el código simple y mantenible.
Programación en pares	Los desarrolladores trabajan en pares, y cada uno comprueba el trabajo del otro; además, ofrecen apoyo para que se realice siempre un buen trabajo.
Propiedad colectiva	Los desarrolladores en pares laboran en todas las áreas del sistema, de manera que no se desarrollan islas de experiencia, ya que todos los desarrolladores se responsabilizan por todo el código. Cualquiera puede cambiar cualquier función.
Integración continua	Tan pronto como esté completa una tarea, se integra en todo el sistema. Después de tal integración, deben aprobarse todas las pruebas de unidad en el sistema.
Ritmo sustentable	Grandes cantidades de tiempo extra no se consideran aceptables, pues el efecto neto de este tiempo libre con frecuencia es reducir la calidad del código y la productividad de término medio.
	Un representante del usuario final del sistema (el cliente) tiene que disponer

Cliente en sitio

de tiempo completo para formar parte del equipo XP. En un proceso de programación extrema, el cliente es miembro del equipo de desarrollo y responsable de llevar los requerimientos del sistema al grupo para su implementación.

Nota. Los proyectos ágiles que utilicen la programación en parejas XP, deben caracterizarse por estos rasgos. Fuente. Sommerville, I. (2011). Ingeniería de Software (9th ed., p. 66). México: Pearson.

Los procesos de software están integrados por actividades estructurales –como se describió en apartados anteriores–, y el modelo ágil de la programación extrema propone un proceso y actividades ágiles para los proyectos de desarrollo de software.

Proceso de software XP

La programación extrema XP de acuerdo a Pressman (2010), utiliza el paradigma de desarrollo orientado a objetos y propone cuatro actividades estructurales para un proceso de desarrollo ágil: planeación, diseño, codificación y pruebas. Las descripciones de las actividades propuestas por el citado autor son:

- ✓ **Planeación.** La actividad de planeación comienza recabando requerimientos que permite que el equipo XP entienda el contexto del negocio, y obtenga información de las características principales de la funcionalidad que se requiere. Se realiza a través de historias de usuario que describan la salida necesaria, características y funcionalidad del software a desarrollar. Cada historia es escrita por el cliente y colocada en una tarjeta indizada. El cliente asigna un valor de acuerdo a la prioridad en base al valor general de la funcionabilidad para el negocio. Luego el equipo XP evalúa cada historia y le asignan un costo, medido en semanas de desarrollo. Si se estima que la historia requiere más del tiempo

estimado se pide al cliente reajustar la historia de usuario, por ser éste flexible y propenso a los cambios durante el proceso de software. Los clientes y el equipo XP deciden cómo agrupar las historias de usuario para la siguiente entrega; y de llegar a un acuerdo los desarrolladores pueden realizarlo de tres formas: 1) todas las historias se implementarán de inmediato, 2) las historias con más valor entrarán a la programación de actividades y se implementarán en primer lugar o 3) las historias más riesgosas formarán parte de la programación de actividades y se implementarán primero. Luego de la primera entrega, el equipo XP calcula la velocidad de éste a partir del número de historias implementadas; esto facilita estimar las fechas de entrega y programar las actividades para las entregas posteriores, y ayuda a determinar si tomaron los acuerdos adecuados para todas las historias durante todo el desarrollo del proyecto.

- ✓ **Diseño.** El diseño XP sigue rigurosamente el principio de la sencillez sobre la complejidad. Se caracteriza porque guía la implementación de una historia de usuario –en su funcionalidad básica– conforme se vaya escribiendo. XP utiliza las tarjetas CRC (clase-responsabilidad-colaborador) que permiten identificar las clases orientadas a objetos que son relevantes para el incremento actual. Los desarrolladores durante el proceso XP, obtienen como único producto del trabajo de diseño a las tarjetas CRC. Cuando se dificulta el diseño de una historia de usuario, XP recomienda crear prototipos operativos de ese diseño con la finalidad de obtener retroalimentación de su evaluación en entornos reales; lo cual disminuirá el riesgo de una implementación verdadera. El diseño XP no utiliza notaciones o genera pocos, los productos del trabajo que no sean tarjetas CRC, son vistos como artefactos en transición que pueden y deben modificarse con rediseños permanentemente durante el proceso XP. Una característica de la programación extrema es que el diseño ocurre tanto antes como después de que comienza la codificación.

- ✓ **Codificación.** Luego de la elaboración de las historias de usuarios y de un trabajo preliminar de diseño, el equipo desarrolla una serie de pruebas unitarias a cada una de las historias que se van a incluir en las entregas. Las pruebas unitarias permiten al desarrollador centrarse en lo que debe implementarse para pasar las pruebas. Esto permite obtener la retroalimentación necesaria luego de aplicar las pruebas unitarias al código terminado. La característica más destacada de XP, y que está en relación directa con esta etapa, es la programación en parejas. Este modelo ágil recomienda que dos personas trabajen juntas en una estación de trabajo para codificar una historia de usuario. Esto da un mecanismo para la solución de problemas y aseguramiento de la calidad, puesto que los desarrolladores están centrados en el problema de que se trate. En la práctica, cada persona adopta un papel diferente. Por ejemplo, una de ellas puede codificar una porción particular del diseño, mientras la otra asegure los estándares de codificación para la historia que satisfará la prueba unitaria desarrollada a fin de validar el código frente a la historia. A medida que las parejas de programadores terminan su trabajo, el código que desarrollan se integra con el trabajo de los demás, en una estrategia de “integración continua” que ayuda a evitar los problemas de compatibilidad e interfaces, lo que facilita descubrir errores a tiempo.
- ✓ **Pruebas.** Las pruebas unitarias creadas deben implementarse con el uso de una estructura que permita automatizarlas, caracterizadas por estrategias de regresión que faciliten la revisión del código modificado. Cuando se organizan las pruebas unitarias individuales mediante grupos universales, las pruebas de la integración y validación del sistema pueden efectuarse diariamente. Esto da al equipo XP indicadores continuos del avance, y también de las señales de alerta ante posibles problemas. En la programación extrema la participación de los clientes es fundamental, puesto que son ellos los que efectúan las

llamadas pruebas de aceptación XP o pruebas del cliente, que están centradas en la funcionalidad y usabilidad general del sistema en entornos reales. Estas pruebas son derivadas de las historias de usuario que se han implementado. En la Figura 10 se muestra el proceso de software de la programación extrema.

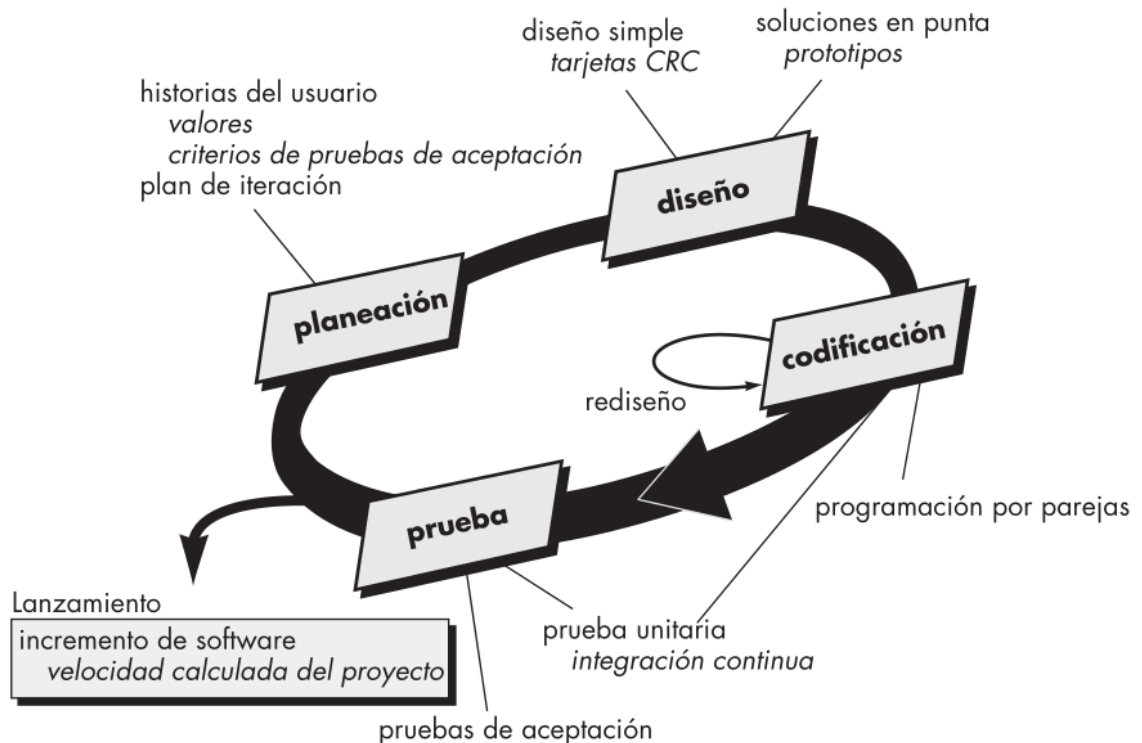


Figura 11: Proceso de Software de la programación extrema XP

Ilustración 11. Proceso de software de la programación extrema XP.

Fuente. S. Pressman, R. (2010). Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. (7th ed., p. 62). México: McGraw-Hill.

g) Scrum

Según Sommerville (2011) el método de desarrollo ágil Scrum fue propuesto por Jeff Sutherland y Ken Schwaber, y está enfocado en la administración de proyectos de desarrollo iterativo e incremental, y no en enfoques técnicos como la programación extrema. Este método, no prescribe el uso de prácticas de programación como la programación en pares y el desarrollo de pruebas unitarias. Por ello, Scrum puede usarse

con otros enfoques ágiles más técnicos, como XP, para ofrecer soporte a la gestión del proyecto.

Al respecto, y con la finalidad de definir a profundidad el método ágil Scrum, los especialistas del tema Deemer, Benefield, Larman & Vodde (2012), describen:

Scrum es un marco de trabajo en el que equipos cross-funcionales pueden crear productos o desarrollar proyectos de una forma iterativa e incremental. El desarrollo se estructura en ciclos de trabajo llamados Sprints (también conocidos como iteraciones). Estas iteraciones no deben durar más de cuatro semanas cada una (siendo dos semanas la duración más habitual) y tienen lugar una tras otra sin pausa entre ellas. Los Sprints están acotados en el tiempo y finalizan en una fecha determinada independientemente de si el trabajo ha finalizado por completo o no, y jamás se prorrogan. Normalmente los equipos Scrum escogen una duración de Sprint y la mantienen para todos sus Sprints hasta que mejoran y pueden emplear ciclos más cortos. Al principio de cada Sprint, un equipo cross-funcional (de un entorno de siete personas) selecciona elementos (peticiones del cliente) de una lista priorizada. El equipo acuerda un objetivo colectivo respecto a lo que creen que podrán entregar al final del Sprint, algo que sea tangible y que estará “terminado” por completo. Durante el Sprint no se podrán añadir nuevos elementos [...]. (pág. 03).

La Figura 12 representa gráficamente al proceso del método ágil Scrum.

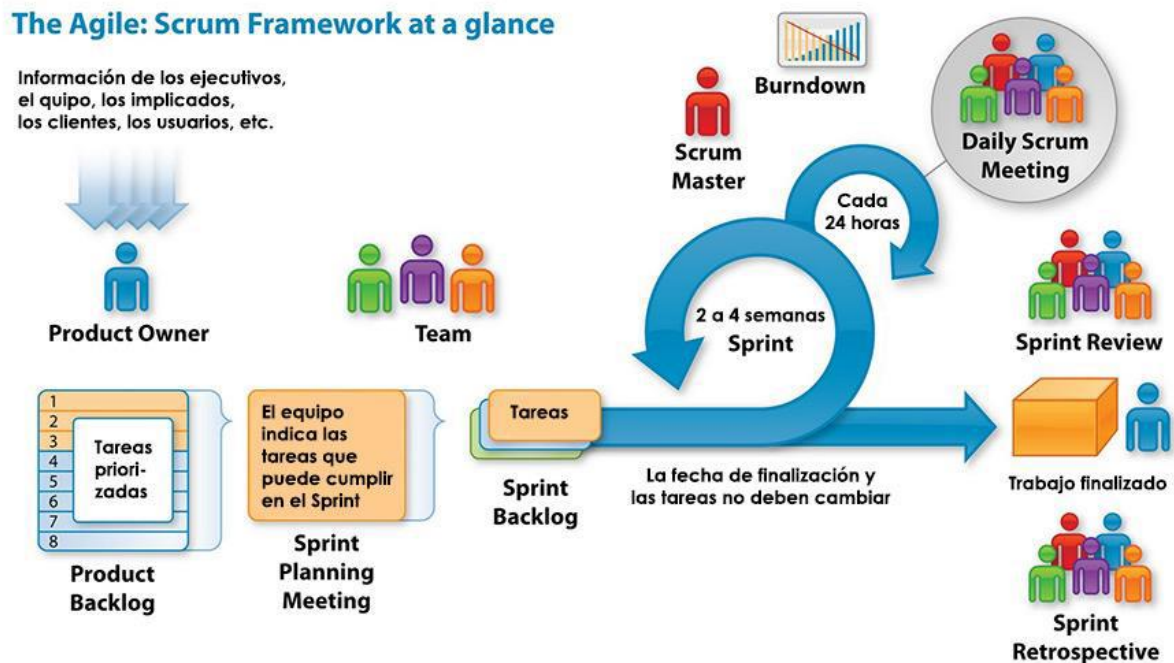


Figura 12:Proceso del marco de trabajo SCRUM.

Figura 12. Proceso del marco de trabajo SCRUM.

Fuente. Deemer, P., Benefield, G., Larman, C., & Vodde, B. (2012). Scrum Primer. Una introducción básica a la teoría y práctica de Scrum (2nd ed., p. 03). EE.UU: InfoQ.

El método ágil Scrum, de acuerdo a las proposiciones del párrafo anterior libera incrementos de software a través de la ejecución de iteraciones llamadas Sprint.

❖ Sprint

Según Deemer et al. (2012), un Sprint es una iteración o ciclo repetitivo que produce un incremento de producto o sistema. Tiene una duración no mayor a un mes, ni menor a una semana; asimismo, es de duración fija y todos los equipos de trabajo en el mismo proyecto utilizan la misma duración de ciclo. Cada Sprint se ejecuta de forma consecutiva, es decir sin tiempos muertos, con el objetivo de transformar un conjunto de requisitos de los clientes en un incremento de software 100% funcional.

❖ **Equipo Scrum**

En el método ágil Scrum, los equipos de trabajo Scrum se componen de los siguientes tres roles: Dueño del producto, Equipo de desarrollo y un Scrum Master.

○ **Dueño de producto (Product Owner)**

Según Bahit (2012) el dueño del producto o Product Owner es la única persona con privilegios en el proyecto de desarrollo, para decidir y seleccionar que funcionalidades y características tendrá el producto. Es quien representa al cliente, usuarios y todas aquellas partes interesadas. Al respecto Deemer et al. (2012), realiza una descripción detallada sobre este rol:

El dueño del producto es el responsable de maximizar el retorno de inversión (ROI) a base de identificar las funcionalidades de producto, trasladarlas a una lista priorizada, decidir cuáles deberían estar al principio de la lista para el siguiente Sprint, y re priorizar y refinar continuamente dicha lista. El dueño de producto es responsable a nivel ganancias y pérdidas del producto, asumiendo que se trata de un producto comercial. En el caso de aplicaciones internas, el dueño de producto no es responsable del ROI en el mismo sentido que en un producto comercial (que generaría ingresos), pero aun sería responsable de maximizar el ROI en el sentido de escoger – en cada Sprint – los elementos que más valor aportan. En la práctica, “valor” es un término muy difuso, y la priorización puede verse influenciada por el deseo de satisfacer a los clientes clave, la alineación con los objetivos estratégicos, atacar riesgos, mejorar y otros factores. En algunos casos el Dueño de Producto y el cliente son la misma persona; esto es frecuente en el caso de desarrollos internos. (pág. 04).

Por otro lado, los iniciadores del método ágil Scrum, Sutherland y Schwaber (2013) establecen:

El Dueño de Producto es la única persona responsable de gestionar la pila del producto (Product Backlog). La gestión de la pila del producto incluye:

- Expresar claramente los elementos de la pila del producto;
- Ordenar los elementos en la pila del producto para alcanzar los objetivos y misiones de la mejor manera posible;
- Optimizar el valor del trabajo desempeñado por el equipo de desarrollo;
- Asegurar que la pila del producto es visible, transparente y clara para todos, y que muestra aquello en lo que el equipo trabajará a continuación; y,
- Asegurar que el equipo de desarrollo entiende los elementos de la pila del producto al nivel necesario. (pág. 06).

○ **Equipo de desarrollo (Scrum Team)**

Según Deemer (2012) el equipo de desarrollo o Scrum Team diseña lo que el dueño del producto indica: por ejemplo, una aplicación web o una aplicación móvil. El equipo debe ser funcional, auto organizado y tener la experiencia y capacidades requeridas para producir los entregables planeados en la Sprint. Tienen la autonomía de decidir cuantos elementos asignados por el dueño del producto van a desarrollarse durante el Sprint. Al respecto Sutherland y Schwaber (2013), señalan:

Solo los miembros del equipo de desarrollo participan en la creación del incremento. Los equipos de desarrollo son estructurados y empoderados por la organización para organizar y gestionar su propio trabajo. La sinergia resultante optimiza la eficiencia y efectividad del equipo de desarrollo. Los equipos de desarrollo tienen las siguientes características:

- Son auto-organizados. Nadie (ni siquiera el Scrum Master) indica al equipo de desarrollo cómo convertir elementos de la pila del producto en incrementos de funcionalidad potencialmente desplegados;
- Los equipos de desarrollo son multifuncionales, contando como equipo con todas las habilidades necesarias para crear un incremento de producto;
- Scrum no reconoce títulos para los miembros de un equipo de desarrollo, todos son desarrolladores, independientemente del trabajo que realice cada persona; no hay excepciones a esta regla;
- Scrum no reconoce sub-equipos en los equipos de desarrollo, no importan los dominios particulares que requieran ser tenidos en cuenta, como pruebas o análisis de negocio; no hay excepciones a esta regla; y,
- Los miembros individuales del equipo de desarrollo pueden tener habilidades especializadas y áreas en las que estén más enfocados, pero la responsabilidad recae en el equipo de desarrollo como un todo. (pág. 07).

El equipo de desarrollo normalmente está conformado por grupos de entre dos a siete personas como promedio; y que aparte de desarrollar los incrementos, pueden proporcionar ideas al dueño del producto sobre cómo conseguir el éxito en la implementación del producto.

o Scrum Master

Según Deemer (2012) el Scrum Master es la persona encargada de apoyar al equipo de desarrollo, al dueño del producto y a la organización a tener éxito. El Scrum Master no es el director del proyecto de software, ni tampoco el jefe del equipo de desarrollo; por el contrario, es un facilitador, guía o formador de todo el equipo Scrum, cuya función es garantizar las buenas prácticas del desarrollo ágil y moderno. Al respecto Sutherland y Schwaber (2013), detallan los servicios que brinda el Scrum Master:

El servicio del Scrum Master al dueño de producto:

- ✓ Encontrar técnicas para gestionar la pila de producto de manera efectiva;
- ✓ Ayudar al equipo Scrum a entender la necesidad de contar con elementos de pila de productos claros y concisos;
- ✓ Entender la planificación del producto en un entorno empírico;
- ✓ Asegurar que el dueño de producto conozca cómo ordenar la pila de producto para maximizar el valor;
- ✓ Entender y practicar la agilidad; y,
- ✓ Facilitar los eventos de Scrum según se requiera o necesite.

El servicio del Scrum Master al equipo de desarrollo:

- ✓ Guiar al equipo de desarrollo en ser auto-organizado y multifuncional;
- ✓ Ayudar al equipo de desarrollo a crear productos de alto valor;
- ✓ Eliminar impedimentos para el progreso del equipo de desarrollo;
- ✓ Facilitar los eventos de Scrum según se requiera o necesite; y,
- ✓ Guiar al equipo de desarrollo en el entorno de organizaciones en las que Scrum aún no ha sido adoptado y entendido por completo.

El servicio del Scrum Master a la organización:

- ✓ Liderar y guiar a la organización en la adopción de Scrum;
- ✓ Planificar las implementaciones de Scrum en la organización;
- ✓ Ayudar a los empleados e interesados a entender y llevar a cabo Scrum y el desarrollo empírico de producto;
- ✓ Motivar cambios que incrementen la productividad del equipo; y,

- ✓ Trabajar con otros Scrum Masters para incrementar la efectividad de la aplicación de Scrum en la organización. (pág. 08).

El método ágil Scrum propone un marco de trabajo para la gestión de los proyectos de desarrollo, y propone un equipo de trabajo dividido en roles, descritos en los párrafos anteriores; sin embargo, todo proyecto necesita el uso de herramientas para organizar el trabajo, por ello Scrum propone el uso de artefactos.

❖ **Artefactos Scrum**

Según Bahit (2012), los artefactos que utiliza el método ágil Scrum para mantener organizado el trabajo, son tres: Pila de Producto (Backlog Product), Pila de Sprint (Backlog Sprint) y los Incrementos.

o Pila de Producto (Backlog Product)

Según Palacio (2007), la pila de producto es un inventario con la lista de todas las funcionalidades, mejoras, detalles y corrección de errores que serán incorporadas al producto en sucesivas iteraciones de desarrollo o Sprint. La pila de producto representa todo lo que esperan los clientes, y las partes interesadas en el producto. En relación a una definición más comprensible del tema, Sutherland y Schwaber (2013), determinan:

La pila de producto es una lista ordenada de todo lo que podría ser necesario en el producto, y es la única fuente de requisitos para cualquier cambio a realizarse en el producto. El dueño de producto (Product Owner) es el responsable de la pila de producto, incluyendo su contenido, disponibilidad y ordenación. Una pila de producto nunca está completa. [...] La pila de producto es dinámica; cambia constantemente para identificar lo que el producto necesita para ser adecuado, competitivo y útil. Mientras el producto exista, su pila de producto también existe. La pila de producto enumera todas las características, funcionalidades, requisitos, mejoras y correcciones que constituyen cambios a ser hechos sobre el

producto para entregas futuras. Los elementos de la pila de producto tienen como atributos la descripción, la ordenación, la estimación y el valor. [...] Los requisitos nunca dejan de cambiar, así que la pila de producto es un artefacto vivo. (pág. 15).

La pila de producto es una lista de ítems que representa las funcionalidades esperadas del producto, como se detalla en párrafos anteriores; por ello, Bahit (2012) sugiere usar un formato –flexible– para contener la pila de producto.

Formato de pila de producto

Según Palacio (2007) la pila de producto no es un documento de requisitos, sino un instrumento de referencia para el equipo Scrum. Si se emplea un formato de lista o tabla para este instrumento es recomendable que incluya la siguiente información:

- ✓ Identificador único de la funcionalidad o trabajo.
- ✓ Descripción de la funcionalidad.
- ✓ Campo o sistema de priorización.
- ✓ Estimación.

La Tabla 6 muestra un modelo de formato –flexible– para la pila de producto:

Modelo flexible de pila de producto

Tabla 6: Modelo flexible de pila de producto

ID	Historia de Usuario	Valor
1	Como administrador del sistema necesito agregar productos al catálogo	10
2	Como usuario del sitio web necesito recorrer el catálogo del producto	10
3	Como cliente de la empresa necesito agregar productos a un pedido	10
4	Como cliente necesito poder recuperar mi contraseña si la olvido	10
5	Como administrador necesito ver la lista de pedidos efectuados por cliente	7
6	Como administrador de pedidos necesito modificar el estado del pedido	10
7	Como cliente necesito poder visualizar el estado de mis pedidos	3

8	Como administrador del sistema necesito categorizar los productos	8
9	Como administrador del sistema necesito eliminar productos del catálogo	3
10	Como administrador del sistema necesito modificar productos del catálogo	3

Nota. Formato propuesto para la pila del producto Backlog. Fuente. Bahit, E. (2012). Scrum & Extreme Programming para programadores. (p. 43). Buenos Aires: Argentina

En relación a cualquier formato elegido para la pila de producto, Sutherland y Schwaber (2013) refieren que los elementos de orden más alto están más detallados que elementos de menor orden; por ello, estos elementos tienen estimaciones más precisas. Igualmente, el equipo de desarrollo se ocupa de los elementos de la pila de producto que hayan sido descompuestos al detalle; es decir, que exista granularidad. Cuánto más granularidad exista en los elementos, estos son candidatos a ser terminados; por lo tanto, estos elementos se consideran preparados o accionables para su elección en las reuniones de planificación de Sprint. En relación a la granularidad, Bahit (2012) refiere que los elementos de la pila de producto, pueden contener funcionalidades complejas tales: “como administrador del sistema necesito contar con un módulo de control de inventarios y logística”, o tan simple tales: “como usuario requiero ver los mensajes de error en ventanas de color rojo”. La citada autora señala que los ítems de baja granularidad, es decir, elementos simples, suelen denominarse historias de usuario; y los ítems de alta granularidad, regularmente se denominar temas o epics.

Asimismo, Bahit (2012) afirma que una historia de usuario es aquella que puede escribirse usando la siguiente sintaxis:

Como [un usuario], puedo [acción funcionalidad] para [beneficio]

Ejemplo: Como administrador del sistema puedo agregar pedidos.

o Pila de Sprint (Backlog Sprint)

Según Palacio (2008) la pila de sprint es un instrumento que descompone los elementos de la pila de producto, en tareas para construir un incremento funcional y operativo del producto. Cada tarea del sprint tiene asignada una persona y el tiempo requerido para su cumplimiento; por ello se convierte en herramienta fundamental para la comunicación con el equipo de desarrollo.

En relación a una explicación más precisa acerca de la pila de sprint, Sutherland y Schwaber (2013) precisan:

La pila de sprint es el conjunto de elementos de la pila de producto seleccionados para el Sprint, más un plan para entregar el incremento de producto y conseguir el objetivo del sprint. La pila de sprint es una predicción hecha por el equipo de desarrollo acerca de qué funcionalidad formará parte del próximo incremento y del trabajo necesario para entregar esa funcionalidad en un incremento "Terminado". [...] Según se requiere nuevo trabajo, el equipo de desarrollo lo añade a la pila de sprint. A medida que el trabajo se ejecuta o se completa, se va actualizando la estimación de trabajo restante. Cuando algún elemento del plan pasa a ser considerado innecesario, es eliminado. Solo el equipo de desarrollo puede cambiar su pila de sprint durante un sprint. La pila de sprint es una imagen visible en tiempo real del trabajo que el equipo de desarrollo planea llevar a cabo durante el Sprint, y pertenece únicamente al equipo de desarrollo. (pág. 17).

Generalmente una pila de sprint se organiza y visualiza mediante diversas herramientas gráficas.

Formato de pila de sprint

Según Palacio (2008) los formatos más usados para la organización y visualización de la pila de sprint son:

- ✓ Hoja de cálculo
- ✓ Pizarra física o papel
- ✓ Herramientas colaborativas o de gestión de proyectos.

El método ágil Scrum no establece formatos rigurosos para la pila de producto y pila de sprint; por ello, los equipos de desarrollo pueden diseñar sus propias herramientas de organización de artefactos; sin embargo, respecto a la pila de sprint Palacio (2008) sugiere seguir los siguientes criterios para su elaboración:

- ✓ Incluye la información: lista de tareas, persona responsable de cada una, estado en el que se encuentra y tiempo de trabajo que queda para completarla.
- ✓ Sólo incluye la información estrictamente necesaria.
- ✓ El medio y modelo elegido es la opción posible que más facilita la consulta y comunicación diaria y directa del equipo. (pág. 61).

Algunos modelos flexibles de formatos para pila de sprint son visualizan en la Tabla 7.

Modelo genérico de pila de Sprint

Tabla 7: Modelo genérico de pila de sprint

Elemento Backlog	Tarea de Sprint	Estimación inicial de esfuerzo
Como comprador, quiero poner un libro en el carrito de compra	Crear página web (UI)	5
	Crea página web (JavaScript)	8
	Escribir test de aceptación automatizados	13
	Actualizar web de ayuda al comprador	3
Mejora el rendimiento de procesamiento de transacciones	Fusionar código DCP y completar test a nivel de capa	5
	Completar pedido de máquina para pRank	8
	Cambiar DCP y lector para usar API http pRank	13

Nota. Formato común propuesto para la pila de Sprint. Fuente. Deemer, P., Benefield, G., Larman, C., & Vodde, B. (2012). Scrum Primer. Una introducción básica a la teoría y práctica de Scrum (2nd ed., p. 10). EE.UU: InfoQ

o Incremento

Según Bahit (2012) al finalizar cada Sprint, el equipo liberará un incremento 100% operativa y funcional para el sistema, en el marco de un entorno de usabilidad real. Al respecto Sutherland y Schwaber (2013) señalan:

El Incremento es la suma de todos los elementos de la pila de producto completados durante un Sprint y el valor de los incrementos de todos los Sprints anteriores. Al final de un Sprint, el nuevo incremento debe estar “Terminado”, lo cual significa que está en condiciones de ser utilizado y que cumple la definición de “Terminado” del equipo Scrum. El incremento debe estar en condiciones de utilizarse sin importar si el dueño de producto decide liberarlo o no. (pág. 17).

Por otra parte, en el método ágil Scrum, Palacio (2008) señala que cada funcionalidad de la pila de producto se refiere a funcionalidades entregables, no a trabajos específicos como: diseño de base de datos, programación de consultas, etc.

❖ Reuniones Scrum

Según Palacio (2008) el seguimiento y la gestión del proyecto en Scrum, se realiza a través de tres reuniones que forman parte del modelo:

- Planificación del sprint
- Seguimiento del sprint
- Revisión del sprint

Planificación del Sprint (Sprint Planning Meeting)

Palacio (2008) sostiene que esta reunión está basada en las prioridades y requerimientos del negocio, y es dónde se determinan cuáles y cómo van a ser las funcionalidades que tendrá el producto en el próximo Sprint. La reunión consta de dos partes: la primera con una duración de una a cuatro horas que permite decidir qué elementos de la pila de producto se va a desarrollar; y en la segunda se estima los esfuerzos, las tareas

necesarias y las personas del equipo encargadas del cumplimiento del Sprint. Al respecto Sutherland y Schwaber (2013), señalan:

El trabajo a realizar durante el Sprint se planifica en la reunión de planificación de Sprint. Este plan se crea mediante el trabajo colaborativo del equipo Scrum completo. La reunión de planificación de Sprint tiene un máximo de duración de ocho horas para un Sprint de un mes. Para Sprints más cortos, el evento es usualmente más corto. El Scrum Master se asegura de que el evento se lleve a cabo y que los asistentes entiendan su propósito. El Scrum Master enseña al equipo Scrum a mantenerse dentro del bloque de tiempo. (pág. 10).

Asimismo, Palacio (2008) destaca que el dialogo principal en la reunión de planificación se da entre el dueño de producto y el equipo de desarrollo –con mediación del Scrum Master–; por ello, se hace necesario el uso de herramientas gráficas para la comunicación entre estos roles. De acuerdo a la idea anterior, el uso de pizarras físicas o virtuales se hace necesario dentro del equipo Scrum. El objetivo final de la planificación de Sprint es que todo el equipo conozca al detalle las funcionalidades propuestas en la pila de producto, y se pueda estimar el trabajo necesario.

Seguimiento del Sprint (Daily Scrum)

Según Palacio (2008) el seguimiento del Sprint se realiza en una breve reunión diaria, con una duración promedio de 15 minutos; dónde cada miembro del equipo manifiesta en que tareas se está trabajando y si se han presentado eventualidades o prevén algún impedimento para su cumplimiento. Asimismo, se actualiza la pila de Sprint con los elementos terminados, y con el tiempo de trabajo restante. En relación a una explicación más precisa, Sutherland y Schwaber (2013), señalan:

El Scrum Diario es una reunión con un bloque de tiempo de 15 minutos para que el equipo de desarrollo sincronice sus actividades y cree un plan para las siguientes 24 horas. Esto se lleva a cabo inspeccionando el trabajo avanzado desde el último Scrum Diario y haciendo una proyección acerca del trabajo que podría completarse antes del siguiente. El Scrum Diario se realiza a la

misma hora y en el mismo lugar todos los días para reducir la complejidad. (pág. 12).

Igualmente, se hace necesario el uso de pizarras físicas o digitales para la comunicación entre los integrantes del equipo de desarrollo; tal como ocurre en la planificación de Sprint.

Revisión del Sprint (Sprint Review)

Según Palacio (2008) la revisión del Sprint se realiza al final de cada Sprint, esta reunión dura como máximo cuatro horas; aquí el equipo de desarrollo presenta al dueño de producto el incremento obtenido de la Sprint. Al respecto Sutherland y Schwaber (2013) establece:

Se trata de una reunión restringida a un bloque de tiempo de cuatro horas para Sprints de un mes. Para Sprints más cortos, se reserva un tiempo proporcionalmente menor. El Scrum Master se asegura de que el evento se lleve a cabo y que los asistentes entiendan su propósito. El Scrum Master enseña a todos a mantener el evento dentro del bloque de tiempo fijado.[...] El resultado de la revisión de Sprint es una pila de producto revisada, que define los elementos de la pila de producto posibles para el siguiente Sprint. Es posible además que la pila de producto reciba un ajuste general para enfocarse en nuevas oportunidades. (págs. 13-14).

Por otra parte, el dueño de producto según Bahit (2012) puede sugerir mejoras a las funcionalidades entregadas, aprobarlas por completo o eventualmente, rechazarlas si considera que no se cumplen los requerimientos del negocio.

Retrospectiva del Sprint (Sprint Retrospective)

Según Sutherland y Schwaber (2013) la retrospectiva de Sprint provee al equipo de desarrollo la capacidad de auto inspeccionarse y crear planes de mejora para superar debilidades del Sprint, en los siguientes incrementos. La retrospectiva tiene lugar después de la revisión de Sprint y antes de la planificación del siguiente Sprint; su duración es de aproximadamente tres horas para cada Sprint de un mes. Los Sprint de menor tiempo requieren de un tiempo proporcional de retrospectiva.

Es responsabilidad del Scrum Master garantizar que la reunión se lleve a cabo adecuadamente, que se cumpla el tiempo planificado y que todos los participantes del equipo Scrum interioricen el propósito.

❖ **Herramientas de Scrum**

Según Sutherland y Schwaber (2013) el progreso o avance del trabajo de los incrementos requiere seguimiento y monitoreo al menos una vez en cada revisión de Sprint; esto le permite al dueño del producto comparar los progresos entre los Sprints. Diversas herramientas de proyección se utilizan para analizar el progreso del Sprint; siendo el Burndown un instrumento para evaluar el trabajo consumido, Burnup para evaluar el trabajo avanzado y el Cumulative Flow para analizar el flujo acumulado.

Burndown

Según Palacio (2007) el Burndown es una herramienta usada por el equipo de desarrollo para el seguimiento del avance diario del Sprint. La herramienta consiste en un gráfico cartesiano, donde el eje de las X representa los días laborables, y el eje de las Y representa la cantidad de esfuerzo estimada. En las reuniones diarias el equipo de desarrollo actualiza permanente la pila de Sprint, a partir del trabajo realizado y por realizar. El diagrama Burndown indica al equipo de desarrollo cuánto tiempo es el restante para completar el trabajo. La Figura 12 muestra un ejemplo de un diagrama Burndown.

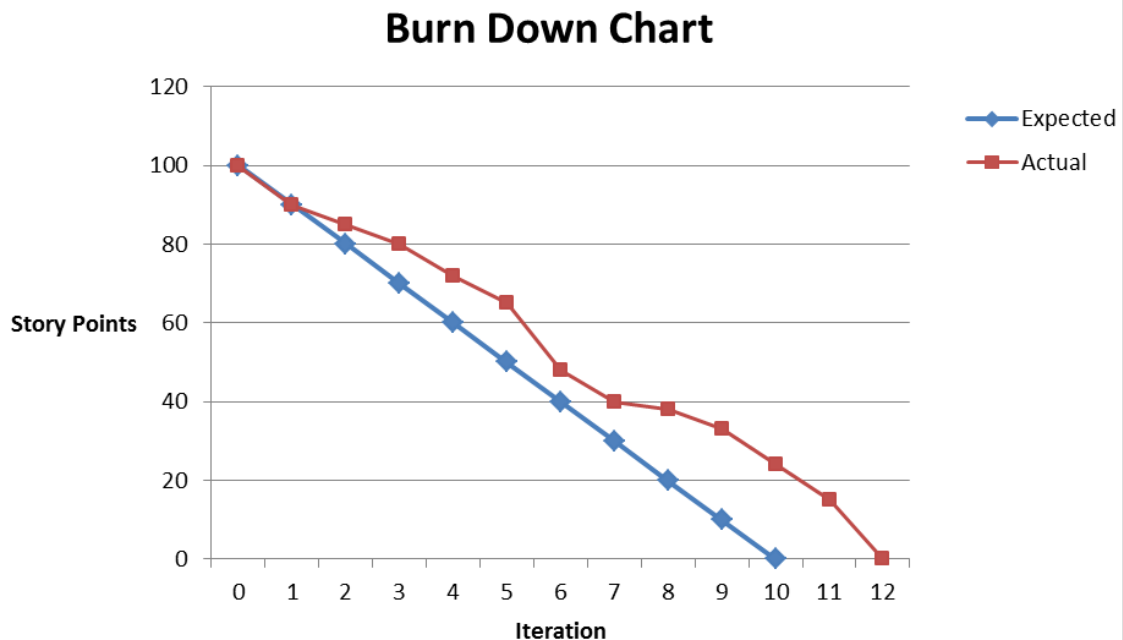


Figura 13: Herramienta grafica de analisis Burndown

Fuente. Adaptador de Palacio, J. (2007). Flexibilidad con Scrum. Principios de diseño e implantación de campos de Scrum. (p. 173). Zaragoza - España: Lubaris.

En la ilustracion 13 muestra en la línea azul, los días programados por el equipo de desarrollo para entregar un incremento; es decir, en diez días deben liberar una funcionalidad prevista. Sin embargo, el incremento fue entregado dos días después de lo acordado, lo que indica retraso en el trabajo planificado.

Burnup

Según Palacio (2007) el Burnup es una herramienta gráfica que utiliza el propietario del producto para realizar seguimiento y monitoreo general del desarrollo o avance del producto; lo cual permite conocer su evolución. Asimismo, esta herramienta brinda al equipo de desarrollo la capacidad de ubicar su ritmo de trabajo; por ello, es útil para calcular cuando podría acabar un proyecto de desarrollo.

El Burnup es un gráfico cartesiano dónde el eje de las X representa la duración del proyecto, medido en Sprint terminados; y el eje de las Y

representa el esfuerzo medido en versiones entregable de la pila de producto. La Figura 14 muestra un ejemplo de un diagrama Burnup.

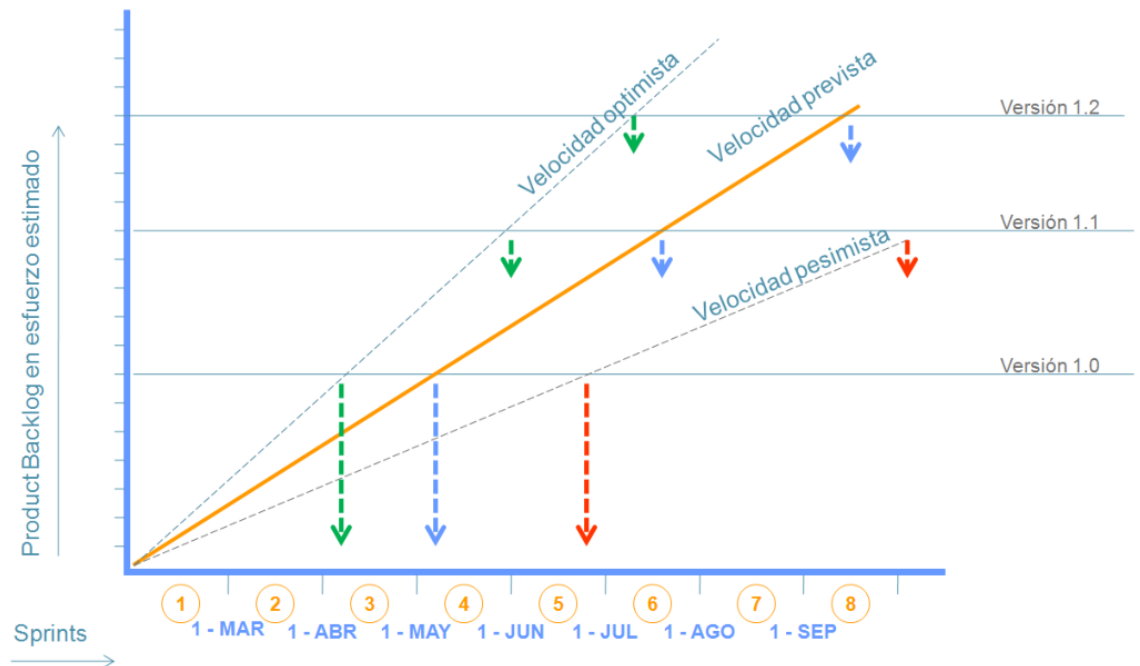


Figura 14: Herramienta grafica de análisis: Burnup

Fuente. Palacio, J. (2007). Flexibilidad con Scrum. Principios de diseño e implantación de campos de Scrum. (p. 170). Zaragoza - España: Lubaris.

La Figura 14 muestra en línea anaranjada la velocidad prevista por el equipo de desarrollo para producir funcionalidades de la pila de producto; es decir, entregar una nueva versión del producto entre el día siete u ocho de setiembre.

2.2.2.3. Medición de los sistemas de información en general

El desarrollo y la implementación de sistemas de información basados en software, para la gestión de los procesos de negocio o administración de las instituciones públicas y privadas, requiere de procesos de desarrollo eficaces para obtener productos software útiles y de calidad; que cumplan los requerimientos de los usuarios y clientes en contextos específicos de uso; sin embargo, surge la pregunta ¿Cómo se define la calidad desde la perspectiva del software?

2.2.2.3.1. Calidad desde la perspectiva del producto software.

Un sistema de información basado en software, diseñado a través de un efectivo modelo de proceso de desarrollo –prescriptivo, ágil o mixto–; y apoyado en el uso de estándares en su elaboración, asegura la entrega de un producto de software de calidad y útil, por lo que los usuarios y clientes disponen de todas las funcionalidades y características requeridas para la ejecución de sus tareas o servicios. En referencia a la idea anterior sobre calidad del producto, el Ingeniero de Software S. Pressman (2010) afirma: “En el sentido más general se define como: Proceso eficaz de software que se aplica de manera que crea un producto útil que proporciona valor medible a quienes lo producen y a quienes lo utilizan.” (pág. 340). La afirmación del autor conlleva a la idea de plantearse como meta relevante, el desarrollo de sistemas de información de alta calidad.

El proceso Control y Supervisión de Obras de Construcción, como parte de la Gestión de diversas instituciones tanto públicas como privadas, requiere calidad en la ejecución de sus tareas y actividades; por ello, un producto de software que soporte dicho proceso debe ser útil y tener calidad, como S. Pressman (2010) describe:

Un producto útil entrega contenido, funciones y características que el usuario final desea; sin embargo, de igual importancia es que entrega estos activos en forma confiable y libre de errores. Un producto útil siempre satisface los requerimientos establecidos en forma explícita por los participantes. Además, satisface el conjunto de requerimientos (por ejemplo, la facilidad de uso) con los que se espera que cuente el software de alta calidad. (pág. 340).

Desarrollar sistemas de información útil y de calidad es una meta relevante según lo señalado explícitamente por el citado autor; sin embargo, surge otra pregunta: ¿Cómo se mide la calidad de un sistema de información basado en software?

2.2.2.3.2. Modelos de medición de la calidad de software o sistemas informáticos

La importancia de entregar software útil y de calidad, desarrollado como soporte para los procesos de gestión de las entidades públicas y privadas, o específicamente para el proceso control y supervisión de obras de construcción, demanda establecer indicadores de medición de la calidad; por ello, se hace necesario el uso de un modelo de medición de la calidad de software como respuesta a la pregunta del apartado anterior. A continuación, se describen algunos modelos de medición de la calidad:

a) Modelo de calidad de Jim McCall

El modelo de calidad de McCall, Richards y Walters (1977) proponen una clasificación que enfatiza tres factores en torno a la calidad del producto de software:

- ✓ Sus características operativas. Operación del Producto
- ✓ Su capacidad para soportar los cambios. Revisión del Producto
- ✓ Su adaptabilidad a nuevos entornos. Transición del producto

Operación del Producto: Esta perspectiva identifica factores de calidad que influyen en el grado de cumplimiento de las especificaciones.

- ✓ *Exactitud:* Grado en que un software satisface sus especificaciones y cumple con los objetivos de los clientes.
- ✓ *Confiabilidad:* Grado en que un software cumple con su función y con la precisión requerida.
- ✓ *Eficiencia:* Cantidad de recursos de cómputo y de código requeridos por un software para llevar a cabo su función.
- ✓ *Integridad:* Grado en el que es posible controlar el acceso de personas no autorizadas al software o a los datos.
- ✓ *Usabilidad:* Esfuerzo que se requiere para aprender, operar, preparar las entradas e interpretar las salidas de un programa.

Revisión del Producto: Esta perspectiva identifica factores de calidad que influyen en la capacidad de soportar el cambio.

- ✓ *Mantenibilidad:* Esfuerzo requerido para detectar y corregir un error en un software.
- ✓ *Facilidad de Prueba:* Esfuerzo que se requiere para probar un software a fin de garantizar que cumple su función.
- ✓ *Flexibilidad:* Esfuerzo necesario para modificar un software que ya opera.

Transición del Producto: Esta perspectiva identifica factores de calidad que influyen en la capacidad de adaptar el software a nuevos entornos.

- ✓ *Portabilidad:* Esfuerzo que se necesita para transferir el software de un ambiente de sistema de hardware o software a otro.
- ✓ *Reusabilidad:* Grado en el que un software (o partes de uno) pueden volverse a utilizar en otras aplicaciones.
- ✓ *Interoperabilidad:* Esfuerzo requerido para acoplar un sistema con otro.

Los factores que propone el modelo de McCall para evaluar la calidad del producto software, son referenciados y adaptados por otros modelos de calidad, como la ISO 9126.

b) Modelo de calidad de la ISO/IEC 9126

El estándar internacional ISO/IEC 9126 (2001), propone un modelo de calidad para el producto software y las métricas para evaluar la calidad interna, externa y la calidad en uso de los sistemas de información basados en software. La familia de estándares y reportes técnicos que son partes integrantes del estándar internacional son:

- ✓ ISO/IEC 9126-1: Modelo de calidad
- ✓ ISO/IEC TR 9126-2: Métricas externas
- ✓ ISO/IEC TR 9126-3: Métricas internas
- ✓ ISO/IEC TR 9126-4: Métricas de calidad en el uso

El estándar internacional ISO/IEC 9126-1 (2001), propone un modelo de calidad para producto software dividido en dos partes: la calidad interna y externa; y la calidad en uso.

Parte 1: Calidad interna y externa

El propósito que tiene el estándar internacional es identificar y listar atributos o características, de calidad interna y externa de las propiedades del software, por ello la ISO/IEC 9126-1 (2001) señala:

La primera parte del modelo especifica seis características para la calidad interna y externa, que están a su vez divididas en sub características. Estas sub características son manifestadas externamente cuando el software es usado como una parte de un sistema de computadora, y son el resultado de atributos internos del software. (pág. 01).

La calidad interna según el ISO/IEC 9126-1 (2001), es medida y evaluada a partir de los requerimientos de calidad interna. Así mismo los detalles del software pueden mejorarse durante la implementación del código, revisión y pruebas, esto asegura que el software desarrollado tomando en cuenta la calidad interna permanezca intacto, a menos que se rediseñe. Las métricas que facilitan la medición de la calidad interna del producto software, esta estandarizada por el Reporte Técnico ISO/IEC TR 9126-3.

La calidad externa según el ISO/IEC 9126-1 (2001), se da cuando el software es ejecutado, que es comúnmente medido y evaluado mientras se prueba en un ambiente simulado con datos simulados usando métricas externas. Durante las pruebas, muchas fallas serán descubiertas y eliminadas. Sin embargo, algunas fallas pueden permanecer después de las pruebas. Como es dificultoso corregir la arquitectura del software o los aspectos del diseño del software, usualmente el diseño fundamental permanece sin cambios después de las pruebas. La Tabla 8 muestra las seis características de la calidad interna y externa, y sus correspondientes sub características. Las métricas que facilitan la medición de la calidad

externa del producto software, esta estandarizada por el Reporte Técnico ISO/IEC TR 9126-2.

Tabla 8: Características y sub características de la calidad interna y externa

CARACTERÍSTICAS	SUB CARACTERÍSTICAS
Funcionalidad	<ul style="list-style-type: none"> - Adecuación - Exactitud - Interoperabilidad - Seguridad - Funcionabilidad completada
Fiabilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Madurez - Recuperabilidad - Tolerancia a fallos - Fiabilidad completada
Usabilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Aprendizaje - Comprensión - Operatividad - Atractivo - Usabilidad completada
Eficiencia	<ul style="list-style-type: none"> - Comportamiento en el tiempo - Utilización de recursos - Eficiencia completada
Mantenibilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Estabilidad - Facilidad de análisis - Facilidad de cambio - Facilidad de pruebas - Mantenibilidad completada
Portabilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptabilidad - Capacidad de instalación - Capacidad de coexistencia - Capacidad de reemplazamiento - Portabilidad completada

Nota. Seis principales características de la calidad interna y externa del software, según ISO/IEC 9126. Fuente. Adaptado de la ISO (2001).

ISO/IEC 9126-1 Software engineering - Product quality. Part 1: Quality model (p. 07). Ginebra - Suiza: ISO/IEC.

Las métricas que miden la calidad interna y externa del software, se proporcionan en los reportes técnicos de la ISO/IEC 9126, y están relacionadas con las propiedades internas del software, es decir se aplican durante la etapa de especificación de requerimientos en el proceso de desarrollo del software; por otra parte, las métricas para la calidad externa que se usan en ambientes simulados, es decir se aplican en la etapa de pruebas del proceso de desarrollo. Por ello, para fines prácticos de evaluar los sistemas de información basados en software en un ambiente real de uso, la presente investigación considera las métricas de calidad en uso del software, que proporcionan información sobre la experiencia de usuario con el sistema de información.

Parte 2: Calidad en uso

El propósito de esta parte del estándar internacional es proveer un conjunto de características atribuibles al punto de vista de los usuarios respecto a la calidad en uso del producto software, por ello se especifica cuatro atributos o características. Según el estándar internacional ISO/IEC 9126-1 (2001), la calidad en el uso constituye la segunda parte del modelo de calidad del estándar; y es el punto de vista de los usuarios sobre la calidad del software cuando es usado en un ambiente específico, y en un contexto específico de uso. Es el grado de medida en el que los usuarios pueden alcanzar sus objetivos en un entorno particular, en lugar de las mediciones a las propiedades del propio software. La Figura 15 muestra las cuatro características de calidad en uso del software.

CARACTERÍSTICAS
Eficacia
Productividad
Seguridad
Satisfacción

Figura 15 Características de calidad en uso de Software

Nota. Cuatro características de la calidad en uso del software, según el estándar ISO/IEC 9126-1. Fuente. Adaptado de la ISO (2001). ISO/IEC

9126-1 Software engineering - Product quality. Part 1: Quality model (p. 12). Ginebra - Suiza: ISO/IEC.

c) Métricas de calidad en uso según ISO/IEC TR 9126-4

Las características de calidad en uso del software identificadas en el modelo de calidad de la ISO/IEC 9126-1, representada en la Figura 15, pueden ser medidas a través del uso de métricas establecidas por el Reporte Técnico ISO/IEC TR 9126-4.

Métricas de eficacia

Según el Reporte Técnico ISO/IEC TR 9126-4 (2004), las métricas de eficacia: “[...] evalúan si las tareas realizadas por los usuarios alcanzaron los objetivos especificados con exactitud e integridad en un contexto específico de uso. No toman en cuenta cómo se lograron los objetivos, sólo el grado en que se lograron.” (pág. 06). La Tabla 09, muestra las métricas de eficacia, propósitos de la métrica, fórmulas de cálculo, tipos de métricas y la interpretación de los resultados en los valores medidos.

Métricas de productividad

Según el Reporte Técnico ISO/IEC TR 9126-4 (2004), las métricas de productividad: “[...] evalúan los recursos que los usuarios consumen en relación con la eficacia alcanzada en un contexto específico de uso. El recurso más común es el tiempo para completar la tarea, aunque otros recursos pertinentes podrían incluir el esfuerzo del usuario, los materiales o el costo financiero del uso.” (pág. 07). La Tabla 10, muestra las métricas de productividad, propósitos de la métrica, fórmulas de cálculo, tipos de métricas y la interpretación de los resultados en los valores medidos.

Métricas de seguridad

Según el Reporte Técnico ISO/IEC TR 9126-4 (2004), las métricas de seguridad: “[...] evalúan el nivel de riesgo de daño a las personas,

empresas, software, los bienes o el medio ambiente en un contexto específico de uso. Incluye la salud y la seguridad tanto del usuario como a los afectados por el uso, así como las consecuencias físicas o económicas no deseadas.” (pág. 09). La Tabla 23, muestra las métricas de seguridad, propósitos de la métrica, fórmulas de cálculo, tipos de métricas y la interpretación de los resultados en los valores medidos.

Métricas de satisfacción

Según el Reporte Técnico ISO/IEC TR 9126-4 (2004), las métricas de satisfacción: “[...] evalúan las actitudes de los usuarios hacia el uso del producto en un contexto específico de uso. La satisfacción está influenciada por la percepción del usuario de la eficiencia, la productividad y la seguridad en el uso.” (pág. 11). La Tabla 11, muestra las métricas de satisfacción, propósitos de la métrica, fórmulas de cálculo, tipos de métricas y la interpretación de los resultados en los valores medidos.

Métricas de eficacia para la calidad en uso del software o sistemas informáticos.

Tabla 9: Métricas de eficacia para la calidad en uso del software o sistemas informáticos

MÉTRICA	PROPÓSITO DE LA MÉTRICA	MÉTODO DE APLICACIÓN	FÓRMULA DE MÉTRICA	INTERPRETACIÓN DE MEDIDA	ESCALA MÉTRICA	TIPO DE MEDIDA
Eficacia en la tareas	¿Qué proporción de los objetivos de las tareas se alcanzaron correctamente?	Prueba de usuario	$M1 = 1 - \Sigma A_i $ <p>Dónde: A_i = Valor proporcional de cada fallo o componente incorrecto en la salida de la tarea.</p>	$0 \leq M1 \leq 1$ <p>Cuanto más cerca de 1.0, mejor.</p>	---	A= Proporción
Terminación de tareas	¿Qué proporción de la tarea está terminada?	Prueba de usuario	$X = A/B$ <p>Dónde: A = Número de tareas terminadas. B = Número total de tareas terminadas.</p>	$0 \leq X \leq 1$ <p>Cuanto más cerca de 1.0, mejor.</p>	Razón	A = Conteo B = Conteo X = Conteo/Conteo
Frecuencia de error	¿Cuál es la frecuencia de errores?	Prueba de usuario	$X = A/T$ <p>Dónde: A = Número de errores cometidos por los usuarios. T = Tiempo o número de tareas.</p>	$0 \leq X$ <p>Cuanto más cerca de 0, mejor.</p>	Absoluta	A = Conteo

Nota. Métricas de eficacia propuestas por el estándar ISO/IEC TR 9126-4. Fuente. ISO (2004). ISO/IEC TR 9126-4 Software engineering - Product quality. Part 4: Quality in use metrics. (p. 06). Ginebra - Suiza: ISO/IEC.

Métricas de productividad para la calidad en uso del software y sistemas informáticos.

Tabla 10: Métricas de productividad para la calidad en uso del software y sistemas informáticos

MÉTRICA	PROPÓSITO DE LA MÉTRICA	MÉTODO DE APLICACIÓN	FÓRMULA DE MÉTRICA	INTERPRETACIÓN DE MEDIDA	ESCALA MÉTRICA	TIPO DE MEDIDA
Tiempo empleado en la tarea	¿Cuánto se tarda está en completar una tarea?	Prueba de usuario	$X = T_a$ Ta = Tiempo de tarea	$0 \leq X$ Cuanto menor sea, mejor.	Intervalo	T= Tiempo
Eficiencia en la tarea	¿Cuán eficientes son los usuarios?	Prueba de usuario	$X = M1/T$ M1 = Tareas eficientes T = Tiempo de tarea	$0 \leq X$ Cuanto mayor sea, mejor.	---	T = Tiempo X = Proporción / tiempo
Productividad económica	¿Qué tan efectivo es el costo – usuario?	Prueba de usuario	$X = M1/C$ M1 = Tareas eficientes C = Costo total de la tarea	$0 \leq X$ Cuanto mayor sea, mejor	---	C = Valor X = Proporción/valor
Proporción productiva	¿En qué proporción de tiempo el usuario realiza acciones productivas?	Prueba de usuario	$X = T_a/T_b$ Ta = Tiempo productivo = Tiempo tarea – tiempo error – tiempo ayuda – tiempo búsqueda Tb = Tiempo tarea	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más cerca de 1, mejor.	Absoluta	Ta = Tiempo Tb = Tiempo X = Tiempo/Tiempo
Eficiencia relativas de usuario	¿Cuán eficiente es un usuario comparado a un experto?	Prueba de usuario	$X = A/B$ A = Tarea eficiente de usuario B = Tarea eficiente de experto	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más cerca de 1, mejor.	Absoluta	X = Proporción/ proporción

Nota. Métricas de productividad propuestas por el estándar ISO/IEC TR 9126-4. Fuente. ISO (2004). ISO/IEC TR 9126-4 Software engineering - Product quality. Part 4: Quality in use metrics. (p. 07-08). Ginebra - Suiza: ISO/IEC.

Métricas de seguridad para la calidad en uso del software y sistemas informáticos.

Tabla 11: Métricas de seguridad para la calidad en uso del software y sistemas informáticos

MÉTRICA	PROPÓSITO DE LA MÉTRICA	MÉTODO DE APLICACIÓN	FÓRMULA DE MÉTRICA	INTERPRETACIÓN DE MEDIDA	ESCALA MÉTRICA	TIPO DE MEDIDA
Salud y seguridad del usuario	¿Cuál es la incidencia de salud entre los usuarios del producto?	Prueba estadística	$X = 1 - A/B$ A = Número de usuarios reportados. B= Número total de usuarios.	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más cerca de 1, mejor.	Absoluta	A = Conteo B = Conteo X = Conteo/Conteo
Seguridad de las personas afectadas por uso del sistema	¿Cuál es la incidencia de peligro en los usuarios por usar el sistema?	Prueba estadística	$X = 1 - A/B$ A = Número de personas expuestas al peligro. B = Número total de personas afectadas por el sistema.	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más cerca de 1, mejor.	Absoluta	A = Conteo B = Conteo X = Conteo/Conteo
Daños económicos	¿Cuál es la incidencia de daños económicos?	Prueba estadística	$X = 1 - A/B$ A = Número de ocurrencias de daños económicos. B = Número total de situaciones de uso	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más cerca de 1, mejor.	Absoluta	A = Conteo B = Conteo X = Conteo/Conteo
Daño de software	¿Cuál es la incidencia de corrupción de software?	Prueba estadística	$X = 1 - A/B$ A = Numero de ocurrencias de corrupción de software. B = Número total de situaciones de uso.	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más cerca de 1, mejor.	Absoluta	A = Conteo B = Conteo X = Conteo/Conteo

Nota. Métricas de seguridad propuesta por el estándar ISO/IEC TR 9126-4, Fuente. ISO (2004). ISO/IEC TR 9126-4 Software engineering - Product quality. Part 4: Quality in use metrics. (p. 09-10). Ginebra - Suiza: ISO/IEC.

Métricas de satisfacción para la calidad en uso del software y sistemas informáticos.

Tabla 12: Métricas de satisfacción para la calidad en uso del software y sistemas informáticos

MÉTRICA	PROPÓSITO DE LA MÉTRICA	MÉTODO DE APLICACIÓN	FÓRMULA DE MÉTRICA	INTERPRETACIÓN DE MEDIDA	ESCALA MÉTRICA	TIPO DE MEDIDA
			$X = A/B$	$0 < X$		
Escala de satisfacción	¿Cuán satisfecho está el usuario?	Prueba de usuario	Dónde: A = Escala producida por cuestionario. B = Promedio muestral.	Cuanto mayor sea, mejor.	Razón	A = Conteo X = Conteo
			$X = \Sigma(A_i)/n$			
Cuestionario de satisfacción	¿Cuán satisfecho está el usuario con las características específicas del software?	Prueba de usuario	Dónde: A _i = Respuestas del cuestionario. n = Número de respuestas.	Compara con valores previos, o con promedio muestral.	Ordinal	A = Conteo X = Conteo
			$X = A/B$			
Uso discrecional	¿Qué proporción de usuarios potenciales elijen usar el sistema?	Prueba de observación.	Dónde: A = Número de veces que las funciones específicas del software son usadas. B = Número de veces que es intentado usar.	$0 \leq X \leq 1$ Cuánto más cerca de 1, mejor.	Razón	A = Conteo B = Conteo X = Conteo/Conteo

Nota. Métricas de satisfacción propuesta por el estándar ISO/IEC TR 9126-4. Fuente. ISO (2004). ISO/IEC TR 9126-4 Software engineering - Product quality. Part 4: Quality in use metrics. (p. 11). Ginebra - Suiza: ISO/IEC.

d) Modelo de calidad de la ISO/IEC 25000 - SQuaRE

La serie de estándares internacionales ISO/IEC 25000 SQuaRE Systems and Software Quality Requirements and Evaluation (2014), reemplaza a la familia de estándares ISO/IEC 9126; y propone un modelo de calidad para la especificación de los requerimientos de calidad del software, y evaluación de la calidad del producto software. La serie de estándares internacionales que conforman la línea SQuaRE presenta la siguiente división:

- ✓ ISO/IEC 2500n: División de gestión de la calidad.
- ✓ ISO/IEC 2501n: División del modelo de calidad.
- ✓ ISO/IEC 2502n: División de métricas de calidad.
- ✓ ISO/IEC 2503n: División de requerimientos de calidad.
- ✓ ISO/IEC 2504n: División de evaluación de calidad.

Con respecto a la evaluación de la calidad del software, el estándar internacional ISO/IEC 25010 (2011), que forma parte integrante de la división del modelo de calidad en la serie SQuaRE, propone un modelo de calidad para software o sistemas informáticos, basado en la calidad del producto, y en la calidad en uso.

Calidad del producto

Según el estándar internacional ISO/IEC 25010 serie SQuaRE (2011), el modelo de calidad del producto está compuesto por ocho características y sus correspondientes sub características; y que el modelo está referido a propiedades estáticas del software y a propiedades dinámicas de los sistemas informáticos. El modelo es aplicable tanto a sistemas informáticos y productos software. La Tabla 13, muestra las características o atributos de calidad del producto software.

Características de calidad de producto software o sistemas informáticos

Tabla 13: Característica de calidad de producto software o sistema informático

CARACTERÍSTICAS	SUB CARACTERÍSTICAS
Adecuación funcional	<ul style="list-style-type: none">- Adecuación funcional completado- Corrección funcional- Idoneidad funcional
Desempeño eficiente	<ul style="list-style-type: none">- Tiempo de comportamiento- Utilización de recursos
Compatibilidad	<ul style="list-style-type: none">- Capacidad- Coexistencia- Interoperabilidad- Reconocimiento apropiado
Usabilidad	<ul style="list-style-type: none">- Aprendizaje- Operatividad- Protección contra error del usuario- Estética de interfaz de usuario- Accesibilidad
Fiabilidad	<ul style="list-style-type: none">- Madurez- Disponibilidad- Tolerancia a fallos- Recuperabilidad- Confiabilidad
Seguridad	<ul style="list-style-type: none">- No repudio- Integridad- Rendición de cuentas- Autenticidad- Modularidad- Reusabilidad
Mantenibilidad	<ul style="list-style-type: none">- Capacidad de análisis- Capacidad de modificación- Capacidad de pruebas- Adaptabilidad
Portabilidad	<ul style="list-style-type: none">- Capacidad de instalación- Capacidad de reemplazamiento

Nota.

Principales características de calidad de productos de software del estándar ISO/IEC 25010.
Fuente. ISO (2011). ISO/IEC 25010 Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - System and software quality models. Ginebra
- Suiza: ISO/IEC.

Calidad en uso

Según el estándar internacional ISO/IEC 25010 serie SQuaRE (2011), el modelo de calidad en uso está compuesto de cinco características y sus correspondientes sub características; y que el modelo está relacionado con el resultado de la interacción cuando un producto se utiliza en un contexto particular de uso. Este modelo es aplicable al sistema completo usuario – computadora, incluyendo tanto al sistema informático en uso y productos de software en uso. La Tabla 14, muestra las características de la calidad en uso de producto software.

Características de la calidad en uso de software y sistemas informáticos.

Tabla 14: Característica de calidad en uso de software y sistemas informáticos

CARACTERÍSTICAS	SUB CARACTERÍSTICAS
Eficacia	Sin sub características
Eficiencia	
Satisfacción	
Libertad de riesgo	- Utilidad
	- Confianza
	- Conformidad
	- Comodidad
Cobertura del contexto	- Mitigación del riesgo
	- Financiero
	- Salud y seguridad
	- Medio ambiente
	- Flexibilidad
	- Contexto completado

Nota. Principales características de la calidad en uso de software propuestas por el estándar ISO/IEC 25010. Fuente. ISO (2011). ISO/IEC 25010 Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - System and software quality models. Ginebra - Suiza: ISO/IEC.

e) Métricas de calidad en uso según ISO/IEC 25022 – SQuaRE

El estándar internacional ISO/IEC 25022 (2012), que forma parte integrante de la división de métricas de la calidad en la serie SQuaRE, reemplaza al Reporte Técnico ISO/IEC TR 9126-4 y proporciona las

métricas para el modelo de calidad en uso de productos software y sistemas informáticos, propuesto por la ISO/IEC 25010.

Métricas de eficacia

Según el estándar internacional ISO/IEC 25022 (2012), las métricas de eficacia: “[...] evalúan la exactitud e integridad con la que los usuarios logran los objetivos especificados”. (pág. 14). La Tabla 15, muestra la descripción de las métricas de eficacia, fórmulas de cálculo, y los métodos.

Tabla 15: Métricas de eficacia para la calidad en uso de software

Métricas de eficacia para la calidad en uso de software

MÉTRICA	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN DE LA MÉTRICA	MÉTODO
Tarea completada	¿Qué proporción de la tarea se completó correctamente?	$X=A/B$ A = Número de tareas completadas B = Número total de tareas intentadas	Medida de rendimiento de usuario
Eficacia en la tarea	¿Qué proporción de los objetivos de la tarea es alcanzada correctamente?	$\{X=1-\sum A_i X > 0\}$ A_i = Valor proporcional de cada fallo o componente incorrecto en la salida de la tarea. (Valor máximo = 1)	Medida de rendimiento de usuario
Frecuencia de error	¿Cuál es la frecuencia de errores cometidos por el usuario en comparación con un valor objetivo?	$X=A/B$ A= Número de errores cometidos por el usuario. B = Número de tareas o tiempo empleado	Medida de rendimiento de usuario

Nota. Métrica de eficacia para calidad en uso según ISO/IEC 25022. Fuente. ISO (2012). ISO/IEC 25022. Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Measurement of quality in use. (p. 14). Ginebra - Suiza: ISO/IEC.

Métricas de eficiencia

Según el estándar internacional ISO/IEC 25022 (2012), las métricas de eficiencia: “[...] evalúan los recursos gastados en relación con la exactitud e integridad con la que los usuarios logran sus metas”. (pág. 14). La Tabla

16, muestra la descripción de las métricas de eficiencia, fórmulas de cálculo, y los métodos.

Métricas de eficiencia para la calidad en uso de software

Tabla 16: Métricas de eficiencia para la calidad en uso de software

MÉTRICA	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN DE LA MÉTRICA	MÉTODO
Tiempo de eficiencia	¿Cuánto tiempo toma completar una tarea en comparación con lo planificado?	$X = T_t / T_a$ Tt = Tiempo objetivo Ta = Tiempo real $X = (T_t - T_a) / T_t$	Medida de rendimiento de usuario
Tiempo de duración de las tarea	¿Cuánto tiempo le toma a un usuario completar su tarea en comparación con un experto?	$X = A / B$ A = Tiempo de duración en tarea de usuario B = Tiempo de duración en tarea de experto	Medida de rendimiento de usuario
Eficiencia en la tarea	¿Cuán eficientes son los usuarios?	$X = M_1 / T$ M1 = Tareas eficientes T = Tiempo de duración de las tareas	Medida de rendimiento de usuario
Eficiencia relacionada a la tarea	¿Qué tan eficiente es un usuario frente a un objetivo?	$X = A / B$ A = Tarea eficiente de usuario normal B = Tarea eficiente de objetivo	Medida de rendimiento de usuario
Productividad económica	¿Qué tan efectivo es el costo – usuario?	$X = M_1 / C$ M1 = Tareas eficientes C = Costo total de la tarea	Medida de rendimiento de usuario
Razón de productividad	¿En qué proporción de tiempo el usuario realiza acciones productivas?	$X = T_a / T_b$ Ta = Tiempo productivo = tiempo de tarea – tiempo de ayuda – tiempo de búsqueda. Tb = Tiempo de duración de las tareas	Medida de rendimiento de usuario
Relativo al número de acciones del usuario	¿El usuario realiza el mínimo número de acciones necesarias?	$X = A / B$ A = Número de acciones realizadas por el usuario. B = Número de acciones actualmente requeridas.	Medida de rendimiento de usuario o recolección de datos

Nota. Métrica de eficiencia para calidad en uso según ISO/IEC 25022. Fuente. ISO (2012). ISO/IEC 25022. Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Measurement of quality in use. (p. 14-15). Ginebra - Suiza: ISO/IEC.

Métricas de satisfacción

Según el estándar internacional ISO/IEC 25022 (2012), las métricas de satisfacción: “[...] evalúan el grado en que se satisfacen las necesidades

del usuario cuando se utiliza un producto o sistema en un contexto específico de uso.”. (pág. 15).

Métricas de satisfacción: Utilidad

Según el estándar internacional ISO/IEC 25022 (2012), las métricas de utilidad: “[...] evalúan el grado en que un usuario está satisfecho con sus resultados percibidos en objetivos prácticos, incluyendo los resultados del uso y las consecuencias del uso.” (pág. 16). La Tabla 17, muestra la descripción de las métricas de utilidad, fórmulas de cálculo, y los métodos.

Tabla 17: Métricas de utilidad para la calidad en uso del software

Métricas de utilidad para la calidad en uso del software.

MÉTRICA	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN DE LA MÉTRICA	MÉTODO
Escala de satisfacción	¿Cuán satisfecho está el usuario?	$X=A/B$ A = Escala producida por cuestionario B = Promedio muestral	Cuestionario
Cuestionario de satisfacción	¿Cuán satisfecho está el usuario con las características específicas del sistema?	$X=\Sigma(Ai)/n$ Ai = Respuestas a preguntas n = Número de respuestas	Cuestionario
Uso discrecional	¿Qué proporción de potenciales usuarios elijen usar el sistema?	$X=A/B$ A = Número de veces que una función específica del software o sistema se usa. B = Número de veces que se destina su uso.	Medida de comportamiento de usuario
Utilización discrecional de funciones	¿Cuál es el promedio de utilización de funciones?	$X= \Sigma(Ai)/n$ Ai =Proporción de usuarios usando función i B = Número de funciones	Medida de comportamiento de usuario
Quejas de clientes	¿Qué proporción de clientes realiza una queja?	$X=A/B$ A = Número de clientes que realiza quejas B = Número total de clientes	Medida de comportamiento de usuario

Nota. Métrica de utilidad para calidad en uso según ISO/IEC 25022. Fuente. ISO (2012). ISO/IEC 25022. Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Measurement of quality in use. (p. 16). Ginebra - Suiza: ISO/IEC.

Métricas de satisfacción: Confianza

Según el estándar internacional ISO/IEC 25022 (2012), las métricas de confianza: “[...] evalúan el grado en el que un usuario u otra de las partes interesadas tienen la confianza de que un producto o sistema se comportará como lo previsto.” (pág. 16). La Tabla 18, muestra la descripción de las métricas de confianza, fórmulas de cálculo, y los métodos.

Métricas de confianza para calidad en uso de software.

Tabla 18: Métricas de confianza para calidad en uso de software

MÉTRICA	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN DE LA MÉTRICA	MÉTODO
Escala de conformidad	¿El usuario obtiene conformidad al usar el sistema?	$X=A/B$ A = Escala producida por cuestionario B = Promedio de muestra	Cuestionario

Nota. Métrica de conformidad para calidad en uso según ISO/IEC 25022. Fuente. ISO (2012). ISO/IEC 25022. Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Measurement of quality in use. (p. 17). Ginebra - Suiza: ISO/IEC.

Métricas de satisfacción: Comodidad

Según el estándar internacional ISO/IEC 25022 (2012), las métricas de comodidad: “[...] evalúan el grado en el que el usuario está satisfecho con la comodidad física.” (pág. 17). La Tabla 19, muestra la descripción de las métricas de comodidad, fórmulas de cálculo, y los métodos.

Métricas de comodidad para calidad en uso de software.

Tabla 19: Métricas de comodidad para calidad en uso de software

MÉTRICA	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN DE LA MÉTRICA	MÉTODO
Escala de comodidad	¿Cuán confortable se encuentra el usuario?	$X=A/B$ A = Escala producida por cuestionario B = Promedio de muestra	Cuestionario

Nota. Métrica de comodidad para calidad en uso según ISO/IEC 25022. Fuente. ISO (2012). ISO/IEC 25022. Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Measurement of quality in use. (p. 17). Ginebra - Suiza: ISO/IEC.

Métricas de libertad de riesgos

Según el estándar internacional ISO/IEC 25022 (2012), las métricas de libertad de riesgos: “[...] evalúan el grado en que un producto o sistema mitiga el riesgo potencial para la situación económica, la vida humana, la salud o el medio ambiente.” (pág. 17).

Métricas de libertad de riesgos: Mitigación de riesgo

Según el estándar internacional ISO/IEC 25022 (2012), las métricas de mitigación de riesgo económico: “[...] evalúan la medida en que las cualidades del producto (adecuación funcional, rendimiento eficiente, compatibilidad, facilidad de uso, fiabilidad, seguridad, facilidad de mantenimiento o la portabilidad) pueden mitigar la economía, salud y seguridad o riesgo ambiental.” (pág. 17). La Tabla 20, muestra la descripción de las métricas de mitigación de riesgos, fórmulas de cálculo, y los métodos.

Métricas de mitigación de riesgos para calidad en uso de software.

Tabla 20: Métricas de mitigación de riesgos para calidad en uso de software

MÉTRICA	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN DE LA MÉTRICA	MÉTODO
Mitigación de riesgo	¿En qué medida puede la calidad del producto mitigar el riesgo?	$X=A/B$ A = Riesgo con alta calidad B = Riesgo con baja calidad	Análisis de riesgo

Nota. Métrica de mitigación de riesgos para calidad en uso según ISO/IEC 25022. Fuente. ISO (2012). ISO/IEC 25022. Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Measurement of quality in use. (p. 17). Ginebra - Suiza: ISO/IEC.

Métricas de libertad de riesgos: Financiera

Según el estándar internacional ISO/IEC 25022 (2012), las métricas financieras: “[...] evalúan los objetivos económicos relacionados con la situación financiera, el funcionamiento eficiente, propiedad comercial, reputación u otros recursos que podrían estar en riesgo.” (pág. 17). La Tabla 21, muestra la descripción de las métricas de financieras, fórmulas de cálculo, y los métodos.

Métricas financieras para calidad en uso de software.

Tabla 21: Métricas financieras para calidad en uso de software

MÉTRICA	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN DE LA MÉTRICA	MÉTODO
Retorno de la inversión	¿Cuál es el retorno de la inversión?	$X=A/B$ A = Beneficios obtenidos B = Cantidad invertida	Análisis de negocio
Tiempo para alcanzar el retorno de la inversión	¿Hay retorno de la inversión en un tiempo aceptable?	$X=A/B$ A = Tiempo alcanzado para ROI B = Tiempo aceptable para alcanzar ROI	Análisis de negocio
Relativo al desempeño del negocio	¿Cómo comparar el rendimiento del negocio con otra empresa de primer nivel en la industria o en el mismo negocio?	$X=A/B$ A = Monto de la inversión en TI o ventas de la empresa. B = Monto de inversión en TI o ventas comparadas con empresas objetivo.	Análisis de negocio
Cuadro de mando	¿Los beneficios de la inversión en TI evaluados usando el cuadro de mando cumplen los objetivos?	$X=A/B$ A = BSC resultados B = BSC objetivos	Análisis de negocio
Tiempo de entrega	¿El tiempo de entrega y el número y duración del retraso de entrega cumplen los objetivos?	$X=A/B$ A = Tiempo de entrega real o retrasos en la entrega. B = Objetivo para el plazo de entrega o retraso en la entrega.	Análisis de negocio
Elementos perdidos	¿El número de elementos perdidos cumplen el objetivo?	$X=A/B$ A = Número real de elementos perdidos	Análisis de negocio

Ingresos por cada cliente	¿Los ingresos por cada cliente cumple el objetivo?	$B = \text{Número objetivo de elementos perdidos}$ $X=A/B$ $A = \text{Ingreso real por cliente}$ $B = \text{Ingreso objetivo por cliente}$	Análisis de negocio
Errores con consecuencia económica	¿Cuál es la frecuencia y tamaño de errores humanos o de sistema con consecuencias económicas?	$X=A/B$ $A = \text{Número de errores con consecuencia económica.}$ $B = \text{Número total de situaciones de uso.}$	Análisis de usabilidad de software y negocio
Corrupción del software	¿Cuál es la frecuencia y tamaño de corrupción de software resultante de errores humanos o de sistema?	$X=A/B$ $A = \text{Número de ocurrencias de corrupción de software.}$ $B = \text{Número total de situaciones de uso.}$	Análisis de software y negocio

Nota. Métricas financieras para calidad en uso según ISO/IEC 25022. Fuente. ISO (2012). ISO/IEC 25022. Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Measurement of quality in use. (p. 18). Ginebra - Suiza: ISO/IEC.

Métricas de libertad de riesgos: Salud y seguridad

Según el estándar internacional ISO/IEC 25022 (2012), las métricas de salud y seguridad: “[...] evalúan los objetivos de salud y seguridad que podrían estar en riesgo.” (pág. 18). La Tabla 22, muestra la descripción de las métricas de salud y seguridad, fórmulas de cálculo, y los métodos.

Métricas de salud y seguridad para la calidad en uso de software.

Tabla 22: Métricas de salud y seguridad para la calidad en uso de software

MÉTRICA	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN DE LA MÉTRICA	MÉTODO
Frecuencia de salud y seguridad en los usuarios	¿Cuál es la frecuencia de problemas de salud entre los usuarios del producto?	$X=A/B$ $A = \text{Número de usuario que reportan problemas de salud.}$ $B = \text{Número total de usuarios}$	Prueba estadística
Impacto de salud y seguridad en los usuarios	¿Cuál es el impacto de salud y seguridad entre los usuarios del producto?	$X=N \times T \times S$ $N = \text{Número de personas afectadas.}$ $T = \text{Tiempo}$ $S = \text{Grado de importancia}$	Prueba estadística

Seguridad de las personas afectadas por el uso del sistema	¿Cuál es la incidencia de peligro en personas afectadas por el uso del sistema?	$X=A/B$ A = Número de personas puestas en peligro. B=Número total de personas potencialmente afectadas por el sistema.	Prueba estadística
--	---	--	--------------------

Nota. Métrica de salud y seguridad para calidad en uso según ISO/IEC 25022. Fuente. ISO (2012). ISO/IEC 25022. Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Measurement of quality in use. (p. 19). Ginebra - Suiza: ISO/IEC.

Métricas de libertad de riesgos: Medio ambiente

Según el estándar internacional ISO/IEC 25022 (2012), las métricas de medio ambiente: “[...] evalúan los objetivos ambientales que podrían estar en riesgo.” (pág. 19). La Tabla 23, muestra la descripción de las métricas de medio ambiente, fórmulas de cálculo, y los métodos.

Métricas de medio ambiente para calidad en uso de software.

Tabla 23: Métricas de medio ambiente para calidad en uso de software

MÉTRICA	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN DE LA MÉTRICA	MÉTODO
Impacto ambiental	¿Cuál es el impacto ambiental de la fabricación y uso del producto o sistema?	$X=A/B$ A = Impacto ambiental B = Impacto ambiental aceptable	Prueba estadística

Nota. Métrica de medio ambiente para calidad en uso según ISO/IEC 25022. Fuente. ISO (2012). ISO/IEC 25022. Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Measurement of quality in use. (p. 19). Ginebra - Suiza: ISO/IEC.

Métricas de cobertura de contexto

Según el estándar internacional ISO/IEC 25022 (2012), las métricas de medio ambiente: “[...] evalúan el grado en que un producto o sistema se puede utilizar con efectividad, eficiencia, ausencia de riesgo y satisfacción, tanto en contextos específicos de uso y en contextos más allá de lo inicialmente identificado explícitamente.” (pág. 19).

Métricas de cobertura de contexto: Contexto completado

Según el estándar internacional ISO/IEC 25022 (2012), las métricas de contexto completado: “[...] evalúan el grado en que un producto o sistema puede utilizarse eficaz y eficientemente, libre de riesgos y con la satisfacción en todos los contextos específicos de uso.” (pág. 19). La Tabla 24, muestra la descripción de las métricas de contexto completado, fórmulas de cálculo, y los métodos.

Métricas de contexto completado para calidad en uso de software.

Tabla 24: Métricas de contexto completado para calidad en uso de software

MÉTRICA	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN DE LA MÉTRICA	MÉTODO
Contexto completo	¿En qué proporción del contexto destinado de uso, puede usarse el producto con aceptable usabilidad?	$X=A/B$ A = Número de contextos con usabilidad inaceptable. B = Número total de distintos contextos de uso	Análisis de rendimiento de usuario o descripción de contexto

Nota. Métrica de contexto completado para calidad en uso según ISO/IEC 25022. Fuente. ISO (2012). ISO/IEC 25022. Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Measurement of quality in use. (p. 19). Ginebra - Suiza: ISO/IEC.

Métricas de cobertura de contexto: Flexibilidad

Según el estándar internacional ISO/IEC 25022 (2012), las métricas de flexibilidad: “[...] evalúan el grado en que un producto o sistema se puede utilizar con eficacia, eficiencia, libre de riesgo y con satisfacción en contextos más allá de los inicialmente especificado en los requisitos.” (pág. 20). La Tabla 25, muestra la descripción de las métricas de flexibilidad, fórmulas de cálculo, y los métodos.

Tabla 25: Métricas de flexibilidad para calidad en uso de software

Métricas de flexibilidad para calidad en uso de software			
MÉTRICA	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN DE LA MÉTRICA	MÉTODO
Contexto flexible de uso	Grado en que el producto puede ser usado en contextos adicionales de uso.	$X=A/B$ <p>A = Número de contextos adicionales en que el producto sería utilizable.</p> <p>B = Número total de contextos adicionales en que el producto podría utilizarse.</p>	Análisis de rendimiento de usuario o descripción de contexto
Características de diseño flexible	Grado en que el producto puede ser adaptado a las diferentes necesidades de los usuarios.	$X=A/B$ <p>A = Número de características de diseño con flexibilidad completa.</p> <p>B = Número total de características de diseño.</p>	Inspección

Nota. Métrica de flexibilidad para calidad en uso según ISO/IEC 25022. Fuente. ISO (2012). ISO/IEC 25022. Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Measurement of quality in use. (p. 20). Ginebra - Suiza: ISO/IEC.

f) Modelo de desempeño de la gestión informática según ONGEI

La guía para elaborar la formulación y evaluación del Plan Operativo Informático de las entidades de la administración pública de Perú, elaborado por la Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática ONGEI (2011), propone un modelo de indicadores para la evaluación de productos y resultados de la implementación de sistemas de información basados en software, u otros recursos de tecnologías de la información dentro del ámbito de la gestión informática del sector público.

Indicadores de resultados

Según lo establece la ONGEI (2011), los indicadores de resultados se asocian a objetivos específicos de los sistemas de información basados en software o en tecnologías de la información; y evalúan el progreso y consecución de los logros propuestos en los proyectos, reflejando el nivel de cumplimiento de los metas en el plano del gobierno electrónico en el Perú.

Por lo general, el resultado de las acciones no puede ser medido sino hasta el final de las tareas que la componen, o hasta que las tareas hayan alcanzado el nivel de maduración necesario.

Los indicadores de resultados que propone la ONGEI, buscan medir específicamente la eficiencia y eficacia de las actividades, y los recursos económicos asignados por las entidades públicas para la implementación de proyectos en tecnologías de la información en el marco del gobierno electrónico. Por ello, este tipo de métricas no se corresponde con las medidas de calidad en uso de software o sistemas informáticos, que proponen los estándares internacionales y que permiten evaluar el software desde el enfoque del usuario.

Indicadores de productos

Según lo establece la ONGEI (2011), los indicadores de productos: “[...] se asocian a acciones permanentes o temporales. Miden la cantidad o calidad de un bien o servicio provisto y los cambios que se van a producir.” (pág. 17). Los indicadores de productos que propone la ONGEI, se relacionan con las métricas de calidad en uso descrita en apartados anteriores; por lo cual son consideradas por las entidades del sector público, para medir la experiencia de usuario con respecto al uso de sistemas de información basados en software.

g) Métricas para productos de la gestión informática según ONGEI

La Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática, propone ocho indicadores para la evaluación de productos software o sistema informáticos en el ámbito del sector público.

Indicador de cobertura de servicio

Según la ONGEI (2011), el indicador de cobertura de servicio: “[...] muestra el nivel de cobertura alcanzado por el proyecto, servicio o actividad.” (pág. 17).

$$I1 = \frac{\text{Numero de usuarios beneficiados}}{\text{Usuarios que demandan el servicio}} \times 100$$

Indicadores de personal que accede a la tecnología

Según la ONGEI (2011), el indicador de personal que accede a la tecnología: “[...] muestra el porcentaje de personal que accede a una computadora y /o Internet.” (pág. 17).

$$I2 = \frac{\text{Personal con acceso a computadora} \times 100}{\text{Personal total de la institución}}$$

Indicador de presupuesto institucional destinado a las TI

Según la ONGEI (2011), el indicador de presupuesto institucional: “[...] muestra el porcentaje del presupuesto total de una institución destinado a la adquisición de tecnología, ejecución de tareas, actividades, proyectos referentes a la tecnología de información” (pág. 17).

$$I3 = \frac{\text{Presupuesto del área de informática}}{\text{Presupuesto institucional}}$$

Indicadores de acciones orientadas al ciudadano

Según la ONGEI (2011), el indicador de acciones orientadas al ciudadano: “[...] muestra la proporción existente entre el número de actividades, proyectos y/o sistemas que se destinan al ciudadano como cliente y el número total de actividades, tareas, proyectos y/o sistemas desarrollados por el área informática.” (pág. 17).

$$I4 = \frac{\text{Número de actividades orientadas al ciudadano}}{\text{Número total de actividades del área de informática}} \times 100$$

Indicadores de acciones orientadas a la capacitación

Según la ONGEI (2011), el indicador de acciones orientadas a la capacitación: “[...] muestra la proporción existente entre el número de actividades destinadas a la capacitación y el número total de actividades, tareas, proyectos y/o sistemas desarrollados por el área informática.” (pág. 18).

$$I5 = \frac{\text{Número de actividades orientadas a la capacitación}}{\text{\# total de actividades orientadas a la capacitación}} \times 100$$

Indicadores de acciones orientadas a la gestión interna

Según la ONGEI (2011), el indicador de acciones orientadas a la gestión interna: “[...] muestra la proporción existente entre el número de actividades, proyectos y/o sistemas orientados a la gestión interna institucional y el número total de actividades, tareas, proyectos y/o sistemas desarrollados por el área informática.” (pág. 18).

$$I6 = \frac{\text{\# de actividades orientadas a la gestión interna}}{\text{\# total de actividades del área informática}} \times 100$$

Indicadores de atenciones realizadas

Según la ONGEI (2011), el indicador de atenciones realizadas: “[...] muestra el porcentaje de cumplimiento con respecto a las atenciones de solicitudes de servicios informáticos demandados.” (pág. 18).

$$I7 = \frac{\text{\# de solicitudes de servicio informáticos atendidos}}{\text{\# de solicitudes de servicio informático recibidos}} \times 100$$

Indicadores de productividad

Según la ONGEI (2011), el indicador de productividad: “[...] muestra una relación del valor de cumplimiento de atención de servicios informáticos realizados entre el número total de personal informático, el cual servirá como un valor de comparación respecto a otros años.” (pág. 18).

$$I8 = \frac{\text{\# total de servicios informáticos realizados}}{\text{\# total de personal informático}}$$

En conclusión, el modelo de calidad que propuso McCall identifica las características que debe tener el software de calidad, y plantea la necesidad de evaluarlas en los enfoques: operación, revisión y transición del producto; por otro lado, el estándar internacional ISO/IEC 9126 tomó

como referente el modelo de McCall, y dividió las características del software de calidad en tres partes: calidad interna, calidad externa y calidad en uso; y estableció un conjunto de métricas para evaluarlas.

El estándar internacional ISO/IEC 25000 serie SQuaRE, reemplazo a la familia de estándares ISO/IEC 9126, y propuso dividir las características del software de calidad en dos partes: calidad de producto y calidad en uso; asimismo, amplió el conjunto de métricas que estableció el estándar predecesor. De otro lado, la Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática ONGEI, formulo indicadores para la evaluación de resultados y productos de la gestión informática en el sector público del Perú; y confecciono una serie de indicadores para su evaluación.

Por ello la presente investigación, a partir del contexto de la problemática, selecciona un conjunto de métricas propuestas por los diferentes modelos de calidad, enfatizando en la calidad en uso del software o sistemas informáticos.

2.3. Definición de términos básicos

Según el planteamiento del problema de investigación, el presente estudio utiliza las siguientes definiciones contextualizadas, y que permitirá a los lectores situarse en el marco de la investigación.

2.3.1. Municipalidad

De acuerdo a la revisión de diversos lineamientos sobre el proceso de registro en el cuaderno de Obras, la municipalidad es entidad pública que pertenece a la población y cuya finalidad es satisfacer las necesidades de la comunidad local.

En cada municipalidad se asignan partidas de obras para mejora y beneficio de la población.

2.3.2. Ingeniero

Ingeniero relacionado con el sector construcción el cual se encarga de llevar un registro y/o control de la obra mediante el registro de actividades e incidencias que pudiera darse en la misma.

2.3.3. Cuaderno de Obra

Es el documento de registro de acontecimientos y de formulación de consultas oficial para el control de la obra.

El objeto del cuaderno de obra es dejar constancia de los hechos relevantes que suceden durante la ejecución de la obra.

Es conveniente que el cuaderno de obra sea revisado diariamente por el inspector o supervisor y que se evite dejar períodos sin anotaciones.

El original del cuaderno de obra debe permanecer en la obra (siempre y cuando haya las garantías de seguridad suficientes) bajo custodia del residente.

2.3.4. Código Snip

Código relacionado a una obra la cual contiene detalles de la misma como son nombre de la Obra, cronograma y presupuesto.

2.3.5. Proceso de Registro en el Cuaderno de Obra

Es una de las actividades más importantes dentro del registro de las actividades e incidencias que pudieran darse en Obra, así como también adjuntar diversas imágenes que ayuden a entender el mencionado registro. Cada registro de actividad se realiza por obra.

2.3.6. Visualización y/o Impresión de Actividades en el Cuaderno de Obra

Reporte de visualización de las actividades de obra a la cual se puede acceder desde cualquier lugar y en un formato de fácil impresión.

2.3.7. Obras de Construcción

Obra de construcción o demolición es la actividad consistente tanto en la construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble, como en la realización de trabajos que modifiquen la forma o sustancia del terreno o del subsuelo.

2.3.8. Política de estado

Son los lineamientos y/o política estratégicas centrales del país, que no varían en el tiempo y por las cuales todas las entidades de los sectores públicos se rigen, y las del ámbito privado toman como referencia.

2.3.9. Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática

La Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática (ONGEI), es el Órgano Técnico Especializado que depende directamente del Despacho de la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM). ONGEI, en su calidad de Ente Rector del Sistema Nacional de Informática, se encarga de liderar los proyectos, la normatividad, y las diversas actividades que en materia de Gobierno Electrónico realiza el Estado. Entre sus actividades permanentes se encuentran las vinculadas a la normatividad informática, la seguridad de la información, el desarrollo de proyectos emblemáticos en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), brindar asesoría técnica e informática a las entidades públicas, así como, ofrecer capacitación y difusión en temas de Gobierno Electrónico y la modernización y descentralización del Estado.

2.3.10. Plan Nacional de Gobierno Electrónico e Informática

Es el documento que dispone de proyectos de referencia que permitan alcanzar los objetivos estratégicos propuestos por la estrategia nacional de gobierno electrónico para el periodo 2018 – 2020, que permitirá lograr el desarrollo y prestación de mejores servicios al ciudadano a través del uso intensivo de las TIC en todas las entidades públicas.

2.3.11. Estrategia Nacional de Gobierno Electrónico

Es un documento elaborado por la ONGEI, propone para el periodo 2018 – 2020, cinco objetivos estratégicos, que todas las entidades públicas del país están en obligación de incorporar en sus planes informáticos.

2.4. Sistema de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El uso de un sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android, produce como efecto la efectividad en el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) El uso de una aplicación web 2.0 produce como efecto, la eficacia y eficiencia en el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017.
- b) El uso de una aplicación Android produce como efecto, la eficacia y eficiencia en el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017.

ESQUEMA DE HIPÓTESIS

$$Y=F(X)$$

Dónde:

Y : Efectividad en el proceso de control y supervisión de Obras.

X : Sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android.

X1 : Aplicación web 2.0

X2 : Aplicación Android

X3 : Correo electrónico

2.5. Sistema de variables

2.5.1. Matriz de consistencia

TÍTULO DE TESIS

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB 2.0 Y TECNOLOGÍA ANDROID, EN EL PROCESO DE CONTROL Y SUPERVISIÓN DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE PARA EL AÑO 2017

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
¿Qué efectos tiene el uso de un sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android, produce como efecto la efectividad en el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017?	Objetivo general Determinar los efectos que tiene el uso de sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android, produce como efecto la efectividad en el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017.	Hipótesis general El uso de un sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android, produce como efecto la efectividad en el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017.	Tipo de investigación - Aplicada o tecnológica Enfoque de investigación - Cuantitativa Alcance de investigación - Explicativa Diseño de investigación - Diseño cuasi experimental Esquema: GE 0 ₁ X 0 ₂ GC 0 ₃ -- 0 ₄ Dónde: GE = Grupo experimental GC = Grupo de control 0 ₁ -0 ₃ = Pre prueba X = Estimulo experimental -- = Ausencia de estímulo 0 ₂ -0 ₄ = Pos prueba Instrumentos de recolección - Cuestionario online	Población La población se constituyó de todas las constructoras en la región Lambayeque al año 2017. Total: 40 Muestra La muestra fue probabilística, puesto que toda la población mantiene la misma posibilidad de ser elegido. Tamaño: 40 Error Max: 06% % estimado: 50% Nivel confianza: 95% Muestra: 40 Muestra experimental El estudio requiero la conformación de 02 grupos experimentales con características y propiedades similares: 01
Problema específicos a) ¿Cuáles son los efectos de usar una aplicación web 2.0, sobre el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017? b) ¿Cuáles son los efectos de usar una aplicación Android, sobre el proceso de control y supervisión de	Objetivo específicos a) Determinar los efectos que tiene el uso de una aplicación web 2.0, sobre el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017. b) Determinar los efectos que tiene el uso de una aplicación Android, sobre el	Hipótesis específicas a) El uso de una aplicación web 2.0 produce como efectos, la eficacia y eficiencia en el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017. b) El uso de una aplicación Android produce como efectos, la eficacia y		

obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017?

c) ¿Cuáles son los efectos de usar correo electrónico, sobre el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017?

proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017.

c) Determinar los efectos que tiene el uso de correo electrónico, sobre el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017

eficiencia en el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017.

c) El uso de correo electrónico produce como efectos, la eficacia y eficiencia en el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017.

Fiabilidad de instrumento

- Alfa de Cronbach

Validez de instrumento

- Análisis de Factores

Procesamiento y análisis

-SPSS

-Estadística descriptiva

- Distribución frecuencias
- Gráfico de bastón
- Histograma
- Polígono de frecuencias
- Curva de frecuencias
- Moda
- Mediana
- Media
- Rango
- Desviación estándar
- Varianza

-Estadística inferencial

- Contraste de hipótesis
- T Student
- Muestras independientes

grupo experimental y 01 grupo de control.

GE = Constructoras Publicas 20

GC = Constructoras Privadas 20

2.5.2. Matriz operacional de las variables

VARIABLE INDEPENDIENTE: USO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN BASADO EN LA WEB 2.0 Y TECNOLOGÍA ANDROID

DEFINICIÓN OPERACIONAL				MED	NIV	TIP	INS
DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	FORMULA				
Recursos de sistema de información: aplicación web 2.0, aplicación Android, y correo electrónico; disponibles para el proceso de Control y supervisión de Obras para el año 2017 y que cumplan la función de apoyar las actividades de Registro en el Cuaderno de Obra y de visualización de las mismas en un consolidado.	APLICACIÓN WEB 2.0	Promedio de tareas completadas por los Ingenieros usando el aplicativo.	$\frac{\Sigma \text{ de tareas completadas por ingeniero usando aplicativo}}{\text{Total de registros realizados por los ingenieros}}$	VARIABLE CUANTITATIVA DISCRETA - NIVEL MEDICIÓN DE RAZÓN	NIVEL DE INDICADOR: MEDIDA DE RENDIMIENTO DE USUARIO	TIPO DE INDICADOR: PROMEDIO	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN: CUESTIONARIO ONLINE
		Promedio de errores cometidos por los ingenieros usando el aplicativo.	$\frac{\Sigma \text{ de errores cometidos por ingenieros usando aplicativo}}{\text{Total de registros realizados por los ingenieros}}$				
		Promedio de duración de tareas completadas usando el aplicativo.	$\frac{\Sigma \text{ de tiempo de duracion de tareas usando aplicativo}}{\text{Total de registros realizados por los ingenieros}}$				
	APLICACIÓN ANDROID	Promedio de productividad económica por uso del aplicativo.	$\frac{\Sigma \text{ de productividad economica por uso de aplicativo}}{\text{Total de registros realizados por los ingenieros}}$				
	CORREO ELECTRÓNICO	Promedio de tareas confiables usando el aplicativo.	$\frac{\Sigma \text{ de tareas confiables usando aplicativo}}{\text{Total de registros realizados por los ingenieros}}$				
		Promedio de contextos de usabilidad dónde pueda usarse el aplicativo.	$\frac{\Sigma \text{ de contextos de usabilidad dónde se usa aplicativo}}{\text{Total de registros realizados por los ingenieros}}$				
		Promedio de quejas de los ingenieros por uso del aplicativo.	$\frac{\Sigma \text{ de quejas de los ingenieros por uso de aplicativo}}{\text{Total de registros realizados por los ingenieros}}$				
		Promedio de contextos de usabilidad cómodas para el uso del aplicativo.	$\frac{\Sigma \text{ de contextos de usabilidad cómodas del aplicativo}}{\text{Total de registros realizados por los ingenieros}}$				

VARIABLE DEPENDIENTE: EFECTIVIDAD EN EL PROCESO DE CONTROL Y SUPERVISION DE OBRAS

DEFINICIÓN OPERACIONAL				MED	NIV	TIP	INS
DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	FORMULA				
Capacidad de la actividad de control y supervisión de obras en la región Lambayeque; en alcanzar el cumplimiento de sus objetivos previstos y con el uso adecuado de recursos y tiempo; es decir realizar eficaz y eficientemente las tareas: Registro en el Cuaderno de Obra y de visualización de las mismas en un consolidado.	EFICACIA	Promedio de errores en el registro de actividades e incidencias en el Cuaderno de Obras.	$\frac{\Sigma \text{ de errores en el registro en el cuaderno de Obras}}{\text{Total de registros realizados en el Cuaderno de Obras}}$	VARIABLE CUANTITATIVA DISCRETA - NIVEL MEDICIÓN DE RAZÓN	NIVEL DE INDICADOR: DE SERVICIO	TIPO DE INDICADOR: PROMEDIO	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN: CUESTIONARIO ONLINE
		Promedio de errores en el consolidado del cuaderno de Obras.	$\frac{\Sigma \text{ de errores en el consolidado final del Cuaderno de Obras}}{\text{Total de registros realizados en el Cuaderno de Obras}}$				
	EFICIENCIA	Promedio de tiempo de demora en el Registro en el Cuaderno de Obras	$\frac{\Sigma \text{ de tiempo de demora en el Registro en el cuaderno de Obras}}{\text{Total de registros realizados en el Cuaderno de Obras}}$				
		Promedio de tiempo de demora de visualización de consolidado de Actividades e incidencias de Obras.	$\frac{\Sigma \text{ de tiempo de demora de publicación del consolidado}}{\text{Total de registros realizados en el Cuaderno de Obras}}$				

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

El presente capítulo tiene como finalidad establecer el plan y diseño metodológico de la investigación, el cual consistirá en determinar la estrategia a seguir para obtener la información, probarla y dar respuesta al planteamiento; por ello, da a conocer el tipo y diseño de investigación, población y muestra, métodos, instrumentos de recolección de datos, validación de instrumentos y técnicas de procesamiento de datos.

3.1. Tipo de investigación

El presente estudio se ubica dentro del campo de la investigación aplicada o tecnológica, puesto que, en base al planteamiento del problema de investigación, Control y Supervisión de Obras de Construcción. Al respecto, Sánchez Carlessi & Reyes Meza (2006), mencionan: “La investigación aplicada, por ser una puesta en práctica del saber científico, constituye el primer esfuerzo para transformar los conocimientos científicos en tecnología, de allí que pueda confundirse en algún momento con la investigación tecnológica.” (pág. 93). El presente estudio es de contexto práctico o empírico; y busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos por otros estudios, básicamente, en forma práctica y tecnológica.

3.1.1. Enfoque de la investigación

El presente estudio se clasifica dentro del enfoque cuantitativo de investigación, puesto que es compatible con sus características y su secuencialidad. El tema de investigación sobre el proceso de control y supervisión de Obras de Construcción, conlleva a la elaboración de hipótesis causales que exige su comprobación a partir de la recolección de datos y su correspondiente medición y análisis estadístico. Con respecto al enfoque cuantitativo, los investigadores Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio (2014), sostienen: “El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. [...] utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base

en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (pág. 04).

3.1.2. Alcance de la investigación

La presente investigación se constituye de alcance explicativo, puesto que después de la elaboración del planteamiento del problema, su tratamiento requiere explicar y establecer los efectos que ocasiona el uso de un sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android, en el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017.

Al respecto Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio, (2014) afirman:

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables. (pág. 95).

Ante lo señalado, la información que se obtiene de los antecedentes permite la elaboración de hipótesis causales, correspondiente a estudios de alcance explicativo; por lo tanto, al probarse estas, el estudio respalda las teorías halladas al respecto, y da solución al problema de investigación.

3.2. Diseño de investigación

El presente estudio por ser de alcance explicativo y de enfoque cuantitativo utilizó un plan basado en la investigación experimental, con la finalidad de responder las preguntas de investigación y alcanzar los objetivos planteados; asimismo, y con la finalidad de extrapolar la información que se obtuvo de la muestra representativa experimental, hacia la población del estudio, el plan sometió a prueba o contraste la hipótesis estadística para determinar la influencia que tiene la variable independiente: uso de un sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android, sobre la variable dependiente: efectividad en las actividades de Control y supervisión de obras; todo esto mediante un diseño cuasi experimental. A esto, Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio (2014), concluyen: “Los

experimentos manipulan tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (las dependientes) en una situación de control.[...] Es decir, los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula”. (págs. 129-130).

Por ello, la presente investigación utilizó técnicas de estadística descriptiva, como la distribución de frecuencias, gráficos de bastón, histogramas, polígono de frecuencia, curva de frecuencia, rango, moda, mediana, media, varianza y desviación estándar; y, asimismo, también se usó técnicas de estadística inferencial como la prueba o contraste de hipótesis bilateral o de dos colas, y su respectivo análisis mediante la prueba T Student para dos muestras independientes.

3.2.1. Diseño de experimento

La investigación utilizó un diseño cuasi experimental para determinar el efecto que tiene el uso de un sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android, en el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017. Se Asumió el diseño del experimento con 02 grupos: un grupo experimental y un grupo de control, con aplicación de pos prueba y pre prueba; esquematizado en el siguiente diagrama:

Esquema:

GE	0 ₁	X	0 ₂
GC	0 ₃	—	0 ₄

Dónde:

GE = Grupo Experimental (Constructoras Obras Publicas)

GC = Grupo de Control (Constructoras Obras Privadas)

0₁ – 0₃ = Pre Prueba (cuestionario online aplicado a GE y GC)

X = Estimulo Experimental (Sistema Información usado por GE)

---- = Ausencia de Estimulo (GC queda intacto)

0₂ – 0₄ = Pos Prueba (cuestionario online aplicado a GE y GC)

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población estuvo constituida por todas las empresas constructoras registradas en Capeco hasta el año 2017 en la Región Lambayeque las cuales son un total de 40 entre Empresas constructoras, inmobiliarias y consultoras ya que de alguna u otra forma ejecutan diversos proyectos de obras ya sean estas públicas o privadas.

3.3.2. Muestra poblacional

El estudio, según el planteamiento del problema, hipótesis y diseño de investigación requirió de una muestra representativa probabilística, puesto que todos los elementos de la población definida, es decir los que realizan el proceso de registro en el cuaderno de Obra, comparten las mismas características. Pero debido a que la población es pequeña y el error tolerado es pequeño lo que haremos es tomar toda la población como una muestra.

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la Población

σ = Desviación estándar de la Población, de no existir el valor constante es 0.5.

$Z\alpha$ = Nivel de confianza, usualmente el 95%, que equivale a 1.96.

e = Límite aceptable de error muestral, de 1% (0.01) a 9% (0.09).

$$n = 40$$

La selección de la muestra se resume en la Tabla 26:

Muestra representativa poblacional del estudio

Tabla 26: Muestra representativa poblacional del estudio

Característica Muestral	Representatividad
Tamaño de la población	40
Error máximo aceptable	06%
Porcentaje estimado de la muestra	50%
Nivel deseado de confianza	95%
Tamaño de la muestra poblacional	40

Nota. La muestra representativa del estudio fue de 40 empresas contratistas en la región Lambayeque registradas en Capeco. Fuente. Elaboración propia.

3.3.3. Muestra experimental

El diseño cuasi experimental elegido para el presente estudio, requirió de la conformación de 02 grupos: un grupo experimental y un grupo de control. Los grupos se establecieron de acuerdo a las características de la muestra poblacional y el problema de investigación, fueron grupos intactos, es decir su agrupación fue directa. Al respecto Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio (2014), en cuanto a la formación de grupos para diseños cuasi experimentales, afirman: “[...] los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están conformados antes del experimento: son grupos intactos [...]” (pág. 151). En la Tabla 27 se especifica la conformación de grupos y el tamaño de la muestra para el grupo experimental y el grupo de control:

Muestra representativa experimental del estudio

Tabla 27: Muestra representativa experimental del estudio

GRUPO MUESTRAL	ORIGEN DE GRUPOS INTACTOS	TAMAÑO
Grupo experimental	Constructoras Obras Publicas	20
Grupo de control	Constructoras Obras Privadas	20
TOTAL DE MUESTRA POBLACIONAL		40

Nota. La muestra experimental para cada grupo fue de 40 Empresas Contratistas en la Región Lambayeque. Fuente. Elaboración propia.

3.4. Métodos

En la presente investigación aplicada, con enfoque cuantitativo y alcance explicativo, uso el método hipotético – deductivo y el método experimental, que se corresponden con los tipos de métodos de investigación científica: Teórico y Empírico.

3.4.1. Método general: Teórico

3.4.1.1. Hipotético - Deductivo

El uso el método hipotético – deductivo, porque a partir de la formulación de las hipótesis causales, arribamos a conclusiones y predicciones empíricas que se comprobaron experimentalmente. La existencia de correspondencia entre las conclusiones y los hechos científicos, comprobaron la validez de las hipótesis y las teorías de la cuales se obtuvo. Al respecto los

investigadores, Bernal Torres, y otros (2014), señalan “Consiste en un procedimiento que parte de unas aseveraciones en calidad de hipótesis y busca refutar o falsear tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con hechos.” (pág. 39).

3.4.2. Método específico: Empírico

3.4.2.1. Experimental

La presente investigación aplicada, por otra parte, también considero el uso del método experimental, puesto que, de acuerdo a la revisión y aplicación de teorías estas permitieron elaborar hipótesis de causalidad donde intervienen diversas variables independientes y dependientes. La elección del método experimental facilitó conocer el comportamiento del fenómeno, manipulando de la hipótesis de investigación la variable independiente: uso de un sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android, con el objeto de identificar los efectos que ocasionan sobre la variable dependiente: efectividad en las actividades de Control y supervisión de obras, en un ambiente de experimentación con un diseño cuasi experimental. Al respecto el investigador Muñoz Razo (2011), afirma:

La investigación experimental se entiende como un proceso lógico, metódico y ordenado de procedimientos secuenciales para realizar una investigación científica, que consiste en la manipulación rigurosamente controlada de variables experimentales, no comprobadas o condicionadas, con las que se pretenden analizar y describir el comportamiento de un fenómeno o problema en su campo de acción. El objetivo es identificar las causas que producen una determinada conducta, una situación específica o un acontecimiento particular. En otras palabras, en este tipo de investigación se modifica deliberadamente una variable experimental y se observa el comportamiento de la otra variable. (pág. 95).

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnica

La presente investigación utilizó la técnica de la encuesta; es decir, uso cuestionarios con la finalidad de obtener información de la muestra experimental, que estuvo integrada por un grupo experimental y un grupo de control, que fueron constituidos para la aplicación del diseño cuasi experimental. Al respecto G. Arias (2012), señala: “[...] la encuesta es una técnica que pretende obtener información que suministra un grupo o muestra de sujetos acerca de sí mismos, o en relación con un tema en particular.” (pág. 72).

3.5.2. Instrumento de recolección de datos

La investigación utilizó como instrumento de recolección de datos: 01 cuestionario online de preguntas abiertas, que fue aplicado sobre el grupo experimental y el grupo de control, en las etapas de pre prueba y pos prueba del diseño cuasi experimental. El cuestionario estuvo constituido por 10 preguntas o ítems, divididos en 02 secciones a partir de la variable dependiente: efectividad en el proceso de Control y supervisión de obras, y la variable independiente: uso de un sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android; es decir, las dimensiones del cuestionario – por las cuales se contextualizaron las preguntas– fueron: Eficacia y Eficiencia. En relación a la definición de cuestionario, G. Arias (2012), afirma:

Es la modalidad de encuesta que se realiza de forma escrita mediante un instrumento o formato en papel contentivo de una serie de preguntas. Se le denomina cuestionario auto administrado porque debe ser llenado por el encuestado, sin intervención del encuestador. Cabe destacar que actualmente, el cuestionario también puede presentarse a través de medios magnéticos (CD o DVD) y electrónicos (correo e Internet). (pág. 74).

- ✓ Correo Electrónico
- ✓ Whatsapp

3.6. Técnicas de procesamiento de datos

Después del procesamiento de datos los resultados que se obtuvieron luego de la aplicación del cuestionario online al grupo experimental y al grupo de control en pre prueba y pos prueba, fueron trasladados a una matriz para su análisis y procesamiento de datos; para lo cual, el estudio uso el software estadístico SPSS. Al respecto, los investigadores Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio (2014), señalan: “En la actualidad, el análisis cuantitativo de los datos se lleva a cabo por computadora u ordenador. Ya casi nadie lo hace de forma manual ni aplicando fórmulas, en especial si hay un volumen considerable de datos.” (pág. 272). Las técnicas de procesamiento de datos que se emplearon en la presente investigación, son la estadística descriptiva y la estadística inferencial.

3.6.1. Estadística descriptiva

Los datos obtenidos de la aplicación del cuestionario online, requirió la necesidad de resumirlos y presentarlos en forma tal que faciliten su comprensión y análisis posterior; por ello, la presente investigación de acuerdo a su alcance, enfoque, hipótesis, tipo de variables, nivel de medición de variables y diseño de investigación opto por el uso de los siguientes estadígrafos.

3.6.1.1. Distribución de frecuencias

Según Martínez (2011) la distribución de frecuencias: “[...] tiene como finalidad presentar en forma ordenada los valores que toman las diferentes características, en tal forma que permitan al lector tener una visión de conjunto, aclarando el texto del informe o complementándolo” (pág. 45). La presente investigación uso y diseño una tabla de distribución de frecuencias para cada enunciado de la encuesta, utilizada en pre prueba y pos prueba; por lo tanto, se destacó información sobre la frecuencia absoluta de ocurrencias y la frecuencia relativa de ocurrencias respectivamente.

3.6.1.1.1. Gráfico de bastón

En la investigación uso y diseño gráficas de bastón para representar gráficamente y complementar la información de las tablas de distribución de frecuencias elaboradas para cada enunciado. Siendo el motivo de su uso, su compatibilidad con las variables cuantitativas discretas, características de esta investigación. Al respecto, Córdova (2003) señala: “La representación gráfica más común de una distribución de frecuencias de variable discreta es del tipo bastón, que consiste en trazar en cada valor distinto de la variable, segmentos de recta proporcionales a su frecuencia” (pág. 12).

3.6.1.1.2. Histograma

El medio y método más usado para la representación gráfica de una tabla de distribución de frecuencias es el histograma; por ello, la presente investigación acompaña la información de las tablas de distribución de frecuencias y las gráficas de bastón, con la elaboración de histogramas que sirvieron como base para el análisis del tipo de población y su de distribución. Al respecto Córdova (2003), afirma: “Es una gráfica de barras rectangulares verticales juntas. La base de cada barra es proporcional a su frecuencia (absoluta, relativa, o porcentaje). En el eje horizontal se colocan las escalas de la variable. En el eje vertical se colocan las escalas de las frecuencias” (pág. 17).

3.6.1.1.3. Polígono de frecuencias

La presente investigación elaboró gráficas de polígonos de frecuencias, a partir de los histogramas de cada enunciado; con la finalidad de observar y comparar los datos obtenidos en la tabla de distribución de frecuencias. De acuerdo a Córdova (2003), quien afirma: “Es una gráfica poligonal cerrada, que se obtiene uniendo con segmentos de recta, los puntos que tienen proporcionalmente como abscisa a la marca de clase y como ordenada a la frecuencia respectiva. Se cierra en ambos extremos en las marcas de clase adyacentes de frecuencia cero” (pág. 17).

3.6.1.1.4. Curva de frecuencias

La presente investigación, con la finalidad de extrapolar la información obtenida de la muestra representativa, hacia la población total, y con el objetivo de probar la hipótesis estadística, requirió analizar y determinar el tipo de población del estudio; por ello, se diseñó el gráfico de curva de frecuencias de cada enunciado a partir del gráfico de polígono de frecuencias. Al respecto Córdova (2003), sostiene: “[...] es importante porque representa realmente el tipo de población de la que se han obtenido los datos. [...] es también llamada modelo de la población, y describe las características de la distribución de la población como: simetría, asimetría, tipos como: normal, bimodal, uniforme, etc.” (pág. 18). La elaboración de la curva de frecuencias se obtiene a partir de la adaptación en curva, de los puntos angulosos del polígono de frecuencias. Se debe tener en cuenta que la ‘porción’ de área que se descarta deberá ser proporcional a la ‘porción’ de área que se incluye en el interior de la gráfica (Córdova, 2003).

3.6.1.2. Medidas de tendencia central

Al ser una investigación de enfoque cuantitativo y con variables cuantitativas discretas, la presente investigación ejecutó un nivel más profundo de estadígrafos; por ello, recurrió a las medidas de tendencia central, que permitieron analizar la ubicación y comportamiento de los datos de la distribución de la población, respecto al centro y a la escala de medición. Al respecto Córdova (2003), afirma: “Las medidas de posición reflejan la tendencia central y la localización de los datos. Las medidas de tendencia central, denominados también promedios, ubican el centro de los datos como la media aritmética, la media geométrica, la media armónica y la mediana” (pág. 37).

3.6.1.2.1. Moda

La moda como medida de tendencia central, ha permitido a la investigación evaluar y determinar el valor que más se repite en la distribución; facilitando la comprensión de los resultados en el cuestionario de pre prueba y pos prueba. Al respecto Córdova (2003),

señala: “La moda de una serie de datos es el valor M_o , que se define como el dato que más veces se repite. [...] La moda es una medida promedio que se usa cuando se quiere señalar el valor más común de una serie de datos” (pág. 42).

3.6.1.2.2. Mediana

La presente investigación utilizó la mediana, a partir de los datos obtenidos de los enunciados del instrumento; facilitando la identificación de la posición intermedia de la distribución. Al respecto Córdova (2003), afirma: “La mediana o valor mediano de una serie de valores observados es el número M_e que separa a la serie de datos ordenados en forma creciente (o decreciente) en dos partes de igual número de datos. La mediana es la medida promedio que depende del número de datos ordenados y no de los valores de estos datos” (pág. 37).

3.6.1.2.3. Media

La distribución de datos obtenidos del instrumento de recolección de datos, requirió resumirlos con valores promedio; por ello la presente investigación usó la medida de tendencia central: media. Al respecto Córdova (2003), afirma: “La media aritmética, denominada simplemente media, es la suma de los valores observados de la variable, dividido por el número de observaciones. Para valores de una variable x observados en una muestra, la media aritmética se denota por \bar{x} ” (pág. 44).

3.6.1.3. Medidas de variabilidad o dispersión

El análisis de los resultados de la presente investigación, quedaron resumidos mediante la aplicación de estadígrafos como: tabla de frecuencias y las medidas de tendencia central; sin embargo, por tratarse de un estudio de alcance explicativo, también requirió el uso de medidas de dispersión o variabilidad que permitieron analizar el grado de separación de los valores de la distribución, con respecto a un valor central. Al respecto Córdova (2003), señala: “Las medidas de

dispersión o variabilidad son números que miden el grado de separación de los datos con respecto a un valor central, que generalmente es la media aritmética” (pág. 63).

3.6.1.3.1. Rango

El análisis de la recolección de datos requirió evaluar el grado de dispersión de los datos en la distribución; por ello, se usó el rango que permitió identificar la diferencia y el recorrido de los datos, entre los valores máximos y los valores mínimos. Al respecto Córdova (2003), afirma: “El rango de variación o recorrido, R , de una serie de datos, es la diferencia entre sus valores máximo y mínimo” (pág. 64).

3.6.1.3.2. Desviación estándar

Los valores de la distribución obtenida en la investigación para cada enunciado, requirió el uso de la desviación estándar que permitió identificar el promedio de la desviación de los valores con respecto a su media aritmética. Al respecto Córdova (2003), que afirma: “La desviación estándar es la raíz cuadrada positiva de la varianza. La desviación estándar calculada a partir de una muestra se denotará por s y referida a la población por σ ” (pág. 66).

3.6.1.3.3. Varianza

La presente investigación de carácter cuantitativo, requirió el estudio de los valores de la distribución expresadas en su valor al cuadrado; por ello, se utilizó la varianza. Al respecto Córdova (2003), señala: “La varianza se define como la media aritmética de los cuadrados de las diferencias de los datos con respecto a su media aritmética. La varianza es una medida de dispersión con unidades de medición al cuadrado” (págs. 65-66).

3.6.2. Estadística inferencial

El alcance explicativo del estudio y el diseño de investigación experimental, correspondiente a la presente investigación, conllevó al uso de la estadística descriptiva como mecanismo para describir y resumir la distribución de los datos; sin embargo, la ejecución de un cuestionario dividido en dos momentos: pre prueba y pos prueba, aplicado a dos grupos de la muestra representativa: experimental y control; y asimismo, con el tratamiento o estímulo experimental: sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android, sometido al grupo experimental; requirió el uso de la estadística inferencial para extrapolar la información obtenida de la muestra representativa hacia la población total.

Al respecto Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo (2009), afirman: “La inferencia estadística se ocupa de estudiar los métodos necesarios para extraer, o inferir, conclusiones válidas e información sobre una población a partir del estudio experimental de una muestra de dicha población” (pág. 105).

3.6.2.1. Contraste de hipótesis

El nivel de profundidad de la presente investigación requirió el uso de la prueba de hipótesis o contraste de hipótesis, porque es la técnica de la estadística inferencial que ayudo a determinar las afirmaciones y conjeturas planteadas sobre la población del estudio. En relación a la prueba de hipótesis Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo (2009), afirman:

A través del contraste de hipótesis, la estadística proporciona procedimientos óptimos para decidir la aceptación o el rechazo de afirmaciones o hipótesis acerca de la población en estudio. Las hipótesis se contrastan comparando sus predicciones con los datos experimentales. Si coinciden dentro de un margen de error, la hipótesis se mantiene. En caso contrario se rechaza y hay que buscar hipótesis o modelos alternativos que expliquen la realidad. (pág. 139)

Por ello, la presente investigación formuló hipótesis estadísticas (nula y alternativa) para extrapolar la información obtenida de la muestra representativa, hacia la población total. Asimismo, el tipo de hipótesis se corresponde con la prueba bilateral o de dos colas; es decir, de igualdad (H_0) o diferencia (H_1).

3.6.2.1.1. Hipótesis Estadística Nula (H_0)

El diseño de investigación experimental de la presente investigación, optó por el diseño cuasi experimental, con la formación de dos grupos: experimental y control; por ello, el planteamiento de la hipótesis nula o de igualdad, para los grupos es:

H_0 : “El promedio de efectividad en el proceso de control y supervisión de obras es igual en ambos grupos”.

3.6.2.1.2. Hipótesis Estadística Alternativa (H_1)

Asimismo, se planteó una hipótesis alternativa o de diferencia, a partir de los resultados obtenidos de los grupos.

H_1 : “El promedio de efectividad en el proceso de control y supervisión de obras es diferente en ambos grupos”.

3.6.2.2. Prueba T Student

El uso de una prueba o contraste de hipótesis para extrapolar la información de la muestra hacia la población, conllevó a decidir entre seleccionar análisis de tipo paramétrico y no paramétrico; por ello, y a partir del tipo de investigación y el nivel de medición de las variables, se optó por el análisis paramétrico, que en la estadística inferencial proporciona diversas pruebas inferenciales para contrastar la hipótesis. Ante ello, se seleccionó y usó la prueba T Student para someter a evaluación y análisis las hipótesis estadísticas; y asimismo, por haber conformado dos grupos de investigación (experimental y control), se aplicó la prueba T Student para muestras independientes. Al respecto Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio (2014), afirman: “Es una prueba estadística para evaluar si dos grupos

difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias en una variable. [...] La hipótesis de investigación propone que los grupos difieren entre sí de manera significativa y la hipótesis nula plantea que los grupos no difieren significativamente” (pág. 310).

En relación a la prueba T Student Pardo Merino & Ruiz Díaz (2005), afirman: “La prueba T para dos muestras independientes permite contrastar hipótesis referidas a la diferencia entre dos medias independientes. La situación típica que permite resolver esta prueba es la relativa a la comparación de dos grupos distintos de sujetos” (pág. 322).

3.7. Selección y validación de los instrumentos de investigación

3.7.1. Confiabilidad del instrumento

En la presente investigación utilizo el coeficiente Alfa de Cronbach, para medir, analizar y determinar el índice de confiabilidad del cuestionario online, usado como instrumento de recolección de datos. Los resultados obtenidos por la aplicación de la prueba de confiabilidad se muestran en el capítulo referido a los resultados y discusiones.

3.7.2. Validez del instrumento

El estudio pudo determinar la validez del cuestionario online como instrumentos de recolección de datos, a través del análisis de factores y la opinión de expertos.

CAPÍTULO IV

4. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

El presente capítulo tiene como finalidad desarrollar el sistema de información web 2.0 y tecnología Android propuesta por la investigación, la cual será utilizada como estímulo experimental durante la ejecución de actividades del presente estudio, y como respuesta a la situación problemática del proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017, identificación de requerimientos, mapa de procesos y la gestión del proyecto de desarrollo.

4.1. Definición del proyecto

El presente proyecto implementa SCRUM y la metodología ágil XP, seleccionada por el presente estudio para la gestión del proyecto denominado: “Sistema de Información Web 2.0 y Tecnología Android, en el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017. La documentación incluye junto con la descripción del ciclo de vida iterativo e incremental del proyecto, los artefactos o documentos con los que se gestionan las tareas; asimismo, los requisitos, monitorización y seguimiento del avance, así como las responsabilidades y compromisos de los participantes en el proyecto.

4.1.1. Asignación de roles

La Tabla 28 presenta los detalles de conformación del equipo Scrum que estuvo a cargo de la ejecución, avance y desarrollo del presente proyecto de sistema de información web 2.0 y tecnología Android.

Roles del Equipo Scrum

Tabla 28: Roles del Equipo Scrum

Persona	Rol	Contacto
Juan Barahona Sanchez	Scrum Manager	jbarahona@gmail.com
William atalaya Urrutia	Product Owner	watalaya@gmail.com
Jinner Delgado Chavez	Scrum Development	jdelgado@gmail.com
Carlos Zavala Gonzales	Scrum Development	czavala@gmail.com

4.1.2. Determinación de valores

El desempeño del equipo Scrum estuvo definido y orientado transversalmente por los siguientes valores, los cuales guiaron la obtención del producto software:

- ✓ Autodisciplina
- ✓ Autonomía
- ✓ Compromiso
- ✓ Comunicación
- ✓ Respeto
- ✓ Responsabilidad

4.2. Identificación de requerimientos

4.2.1. Sprint 0

El conjunto de requerimientos, cambios, mejoras, y corrección de errores que se incorporaron al producto a través de sucesivos Sprints, fueron capturados por el dueño del producto a través de la redacción de historias de usuario y su consolidación mediante el artefacto denominado pila de producto.

Dichos artefactos fueron confeccionados principalmente como resultado del análisis al mapa de proceso del uso de un cuaderno de obra en diferentes proyectos de construcción; la información que proporcionaron facilitaron contextualizar el escenario típico de la etapa.

4.2.1.1. Identificación y análisis del mapa de procesos

La identificación de requerimientos para el proyecto de desarrollo se visualiza en la figura.

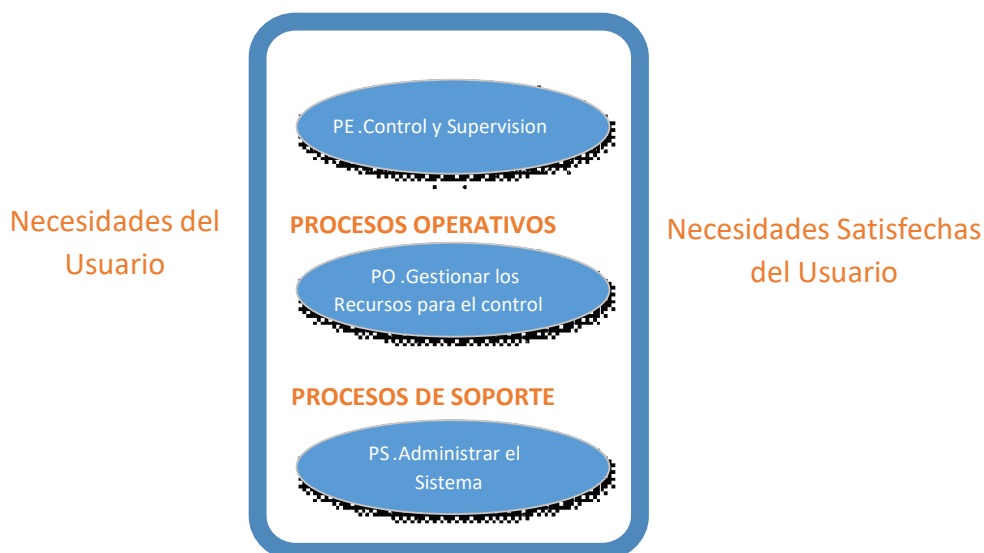


Figura 16. Mapa del Proceso Nivel 0
Fuente: Elaboración Propia

4.2.1.1.1. Mapa de procesos nivel 1

El Nivel 1 es el mapa de procesos de identificación de todos los sub procesos correspondientes al proceso estratégico, operativo y de soporte. Asimismo, se corroboró en la Figura que el proceso de Control y Supervisión de Obras pertenece a los procesos operativos.

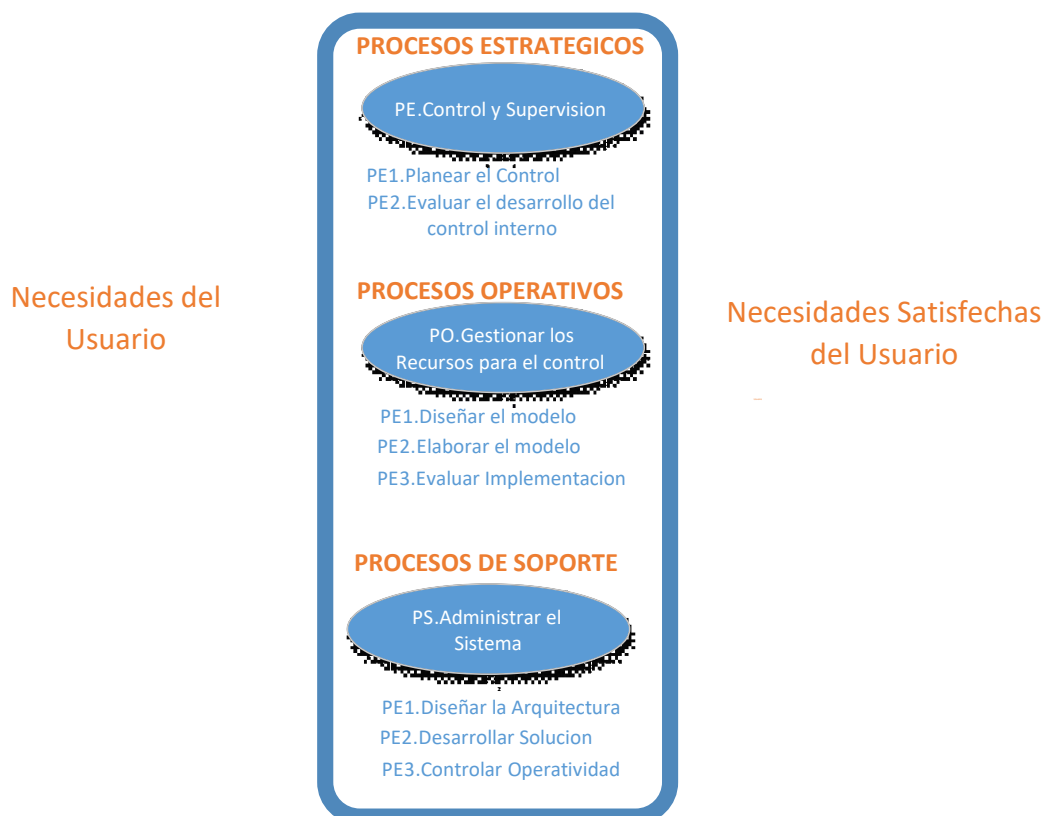


Figura 16: Mapa de Procesos del Nivel 1

4.2.1.2. Artefacto: Historias de usuarios (Epics)

El levantamiento de los requerimientos que realizó el Product Owner, en primer lugar, fue producto de la redacción de historias de usuario siguiendo en el formato sugerido por la metodología XP.

a) Autenticación de usuarios desde web 2.0

La Tabla 29 muestra en detalle la historia de usuario confeccionada por el dueño del producto, correspondiente a los requisitos identificados para la autenticación vía aplicación web 2.0; cabe señalar que dicho artefacto luego se incorporará al Product Backlog o Pila del Producto.

Tabla 29: Historia de Usuario CPR1

HISTORIA DE USUARIO	
Código: CPR1	Usuario: Supervisor/Residente
Nombre de historia: Autenticación vía aplicación web 2.0	
Prioridad: Alta	Riesgo: Medio
Descripción: Como usuario quiero usar un sistema de información web 2.0 para poder Controlar y Supervisar las Obras de Construcción para el 2017	
Criterios de aceptación: El sistema de información deberá facilitar a los usuarios un medio efectivo y ubicuo, para acceder al sistema e interactuar con el proceso de Control y Supervisión de Obras	
Observaciones: La aplicación web 2.0 debe ser responsive; es decir, deberá adaptarse a la pantalla de dispositivos como: PC, Laptop, Tablet y Móvil.	

Fuente: Elaboración propia.

b) Autenticación de usuario desde Android

La Tabla 30 muestra en detalle la historia de usuario confeccionada por el dueño del producto, correspondiente a los requisitos identificados para la autenticación de usuarios vía aplicación Android; cabe señalar que dicho artefacto luego se incorporará al Product Backlog o Pila del Producto.

Tabla 30: Historia de Usuario CPR2

Fuente: Elaboración propia.

HISTORIA DE USUARIO	
Código: CPR2	Usuario: Supervisor/Residente
Nombre de historia: Autenticación vía aplicación Android	
Prioridad: Alta	Riesgo: Medio
Descripción: Como usuario quiero usar una aplicación Android para poder Controlar y Supervisar las Obras de Construcción para el 2017	
Criterios de aceptación: El sistema de información deberá facilitar a los usuarios un medio efectivo y ubicuo, para acceder al sistema e interactuar con el proceso de Control y Supervisión de Obras, desde cualquier dispositivo móvil basado en Android.	
Observaciones: La aplicación móvil deberá adaptarse al tamaño a cualquier plataforma Android.	

c) Registro de Usuarios desde web 2.0

La Tabla 31 muestra en detalle la historia de usuario confeccionada por el dueño del producto, correspondiente a los requisitos identificados para el registro de los Usuarios vía aplicación web 2.0; cabe señalar que dicho artefacto luego se incorporará al Product Backlog o Pila del Producto.

Tabla 31: Historia de Usuario INN1

HISTORIA DE USUARIO	
Código: INN1	Usuario: Supervisor/Residente
Nombre de historia: Registro Usuarios vía aplicación web 2.0	
Prioridad: Alta	Riesgo: Medio
Descripción: Como Supervisor/Residente quiero usar un sistema de información web 2.0 para que puedan registrarme	
Criterios de aceptación: El sistema de información deberá brindar al usuario una interfaz web 2.0 para su registro.	
Observaciones: La aplicación web 2.0 debe ser responsive; es decir, deberá adaptarse a la pantalla de dispositivos como: PC, Laptop, Tablet y Móvil.	

Fuente: Elaboración propia.

d) Registro de Acontecimientos desde Android

La Tabla 32 muestra en detalle la historia de usuario confeccionada por el dueño del producto, correspondiente a los requisitos identificados para el registro de los acontecimientos vía aplicación android; cabe señalar que dicho artefacto luego se incorporará al Product Backlog o Pila del Producto.

Tabla 32: Historia de Usuario RAN1

HISTORIA DE USUARIO	
Código: RAN1	Usuario: Supervisor/Residente
Nombre de historia: Registro de Acontecimientos vía aplicación Android	
Prioridad: Alta	Riesgo: Medio
Descripción: Como Supervisor/Residente quiero usar un sistema de información web 2.0 para poder registrar los acontecimientos de las Obras de Construcción para el año 2017	
Criterios de aceptación: El sistema de información deberá brindar al usuario una interfaz Android para el registro de los acontecimientos.	
Observaciones: La aplicación móvil deberá adaptarse al tamaño a cualquier plataforma Android.	

Fuente: Elaboración propia.

e) Reporte de Acontecimientos desde web 2.0

La Tabla 33 muestra en detalle la historia de usuario confeccionada por el dueño del producto, correspondiente al reporte de los acontecimientos vía aplicación web 2.0; cabe señalar que dicho artefacto luego se incorporará al Product Backlog o Pila del Producto.

Tabla 33: Historia de Usuario RPN1

HISTORIA DE USUARIO	
Código: RPN1	Usuario: Supervisor/Residente
Nombre de historia: Reporte de Acontecimientos vía aplicación web 2.0	
Prioridad: Alta	Riesgo: Medio
Descripción: Como Supervisor/Residente quiero usar un sistema de información web 2.0 para poder obtener reportes los acontecimientos de las Obras de Construcción para el año 2017	
Criterios de aceptación: El sistema de información deberá brindar al usuario una interfaz web 2.0 para el reporte de los acontecimientos.	

Observaciones:

La aplicación web 2.0 debe ser responsive; es decir, deberá adaptarse a la pantalla de dispositivos como: PC, Laptop, Tablet y Móvil.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.3. Artefacto: Product Backlog

La elaboración de historias de usuarios facilitó la identificación y el levantamiento de requerimientos; sin embargo, para su presentación global al equipo Scrum, el dueño del producto elaboró el Product Backlog o Pila del Producto, dónde incluyo las súper historias de usuario o epics; es decir, requerimientos con alta tasa de granularidad, las cuales disminuirán su tasa mediante los Sprints Backlog. La Tabla 33 presenta los detalles del artefacto.

Tabla 34: Product Backlog o Pila del producto

ID	Historias de Usuario (EPICS)	Prioridad
CPR1	Como usuario quiero usar un sistema de información web 2.0 para poder Controlar y Supervisar las Obras de Construcción para el 2017	Alta
CPR2	Como usuario quiero usar una aplicación Android para poder Controlar y Supervisar las Obras de Construcción para el 2017	Alta
INN1	Como Supervisor/Residente quiero usar un sistema de información web 2.0 para que puedan registrarse.	Alta
RAN1	Como Supervisor/Residente quiero usar una aplicación Android para poder registrar los acontecimientos de las Obras de Construcción para el año 2017	Alta
RPN1	Como Supervisor/Residente quiero usar un sistema de información web 2.0 para poder obtener reportes los acontecimientos de las Obras de Construcción para el año 2017.	Alta

4.2.1.4. Gestión del Product Backlog

La gestión y manejo de la pila del producto requirió del uso de una herramienta online, por la versatilidad que otorgo al equipo Scrum; por ello, el dueño del producto habilitó una cuenta free en el servicio web EasyBacklog, desde el cuál se pudo gestionar dicho artefacto.

The screenshot shows the EasyBacklog interface with a blue header bar containing the user 'COV Alex_mnzar' and navigation links: Filter, Snapshots, Export, Print, Settings. Below the header is a tab bar with 'Backlog', 'Stats', and 'Sprints'. The 'Backlog' tab is active, showing a table of user stories. The table has columns: Tema, ID, User story, Criterio de aceptación, Comentarios, and Puntos. There are two themes visible: 'Autenticacion' (Código: CPR) and 'Registro para el proceso de Control/Supervision' (Código: INN). Each theme has two user stories (CPR1, CPR2 for Autenticacion; INN1 for Registro). The total points for each theme are 40.0 and 20.0 respectively. At the bottom, there are buttons for 'Add theme' and 'Reorder themes', and a blue 'feedback' button on the right.

Tema	ID	User story	Criterio de aceptación	Comentarios	Puntos
Autenticacion Código: CPR	CPR1	Como Usuario Quiero Usar el Sistema web 2.0 Para poder Controlar y Supervisar Obras de Construcción	a) Crear una cuenta de Hosting Gratuito y configurar FTP b) Crear las tablas de la Base de Datos con Lenguaje SQL c) Modelar y diseñar la Base de datos en Mysql d) Diseñar el frond - end del formulario de autenticacion	La apertura de un hosting gratuito responde a la necesidad de contar con un acceso al servidor en linea	20
	CPR2	Como Usuario Quiero Usar una Aplicacion Movil Android Para poder Controlar y Supervisar Obras de Construcción	a) Diseñar el frond - end del formulario de autenticacion para la aplicacion Android b) Diseñar el back- end del formulario de autenticacion para la aplicacion Android	Los usuarios registrados para el uso del sistema podran ingresar al mismo desde cualquier dispositivo basado en android	20
	Total para el tema 'Autenticacion'				40.0 puntos
Registro para el proceso de Control/Supervision Código: INN	INN1	Como Usuario Quiero Usar el Sistema web 2.0 Para poder Registrarse para el proceso de Control	a) Diseñar el front-end del Formulario de Registro para la aplicacion web con HTML, CSS, bootstrap b) Desarrollar back-end del Formulario de Registro para la aplicacion web usando PHP y JS	Los usuarios deben de ser registrados al proceso de control y supervision, podran hacerlo desde cualquier dispositivo, sea PC, Laptop o tablet	20
	Total para el tema 'Registro para el proceso de Control/Supervision'				20.0 puntos

Figura 17: Product Backlog

Figura 18. Product Backlog o pila de producto

Fuente: Captura de pantalla del servicio web EasyBacklog, para la gestión de la pila del producto.

The screenshot shows the EasyBacklog interface with a blue header bar containing the user 'COV Alex_mnzar' and navigation links: Filter, Snapshots, Export, Print, Settings. Below the header is a tab bar with 'Backlog', 'Stats', and 'Sprints'. The 'Backlog' tab is active, showing a table of user stories. The table has columns: Tema, ID, User story, Criterio de aceptación, Comentarios, and Puntos. There are two themes visible: 'Registro de Acontecimientos' (Código: RAN) and 'Reporte de Acontecimientos' (Código: RPN). Each theme has two user stories (RAN1, RPN1). The total points for each theme are 20.0 and 20.0 respectively. At the bottom, there are buttons for 'Add theme' and 'Reorder themes', and a blue 'feedback' button on the right.

Tema	ID	User story	Criterio de aceptación	Comentarios	Puntos
Registro de Acontecimientos Código: RAN	RAN1	Como usuario Quiero Usar una Aplicacion Movil Android Para poder registrar los acontecimientos de las Obras de Construcción	a) Diseñar el frond - end del formulario de autenticacion para la aplicacion Android b) Diseñar el back- end del formulario de autenticacion para la aplicacion Android	Los usuarios deben de registrar los acontecimientos que sicedieran en obra, podran hacerlo desde cualquier dispositivo basado en android	20
	Total para el tema 'Registro de Acontecimientos'				20.0 puntos
Reporte de Acontecimientos Código: RPN	RPN1	Como usuario Quiero Usar el Sistema web 2.0 Para poder Reporte del Proceso de Control	a) Diseñar el front-end del Formulario de Reportes para la aplicacion web con HTML, CSS, bootstrap b) Desarrollar back-end del Formulario de Reportes para la aplicacion web usando PHP y JS	Los usuarios podran obtener los reportes del proceso de control y supervision de obras de Construcion, podran hacerlo desde cualquier dispositivo, sea PC, Laptop o tablet	20
	Total para el tema 'Reporte de Acontecimientos'				20.0 puntos

Figura 18: Product Backlog

Figura 19. Product Backlog o pila de producto

Fuente: Captura de pantalla del servicio web EasyBacklog, para la gestión de la pila del producto.

4.3. Gestión del proyecto

4.3.1. Sprint 01

4.3.1.1. Planeación

Considerando el proceso de software propuesto por la metodología ágil XP, se inició el proyecto de desarrollo previsto por el presente estudio con la etapa de planeación, que de acuerdo al marco de trabajo Scrum, está compuesto del Sprint Planning y del artefacto Sprint Backlog. Y que la metodología XP permitió su materialización mediante la redacción de historias de usuario.

4.3.1.1.1. Sprint Planning

La planificación para el desarrollo del producto comenzó con una reunión convocada por el Scrum Master, dónde participaron todos los integrantes del equipo Scrum. En esta reunión el dueño del producto presento el artefacto: Product Backlog, y expuso las historias de usuario o requisitos que deben implementarse en el primer Sprint. Asimismo, mediante la técnica de la lluvia de ideas el Scrum Master y el Dueño del Producto fomentaron la participación de todos los miembros del equipo; alcanzando acuerdos en común.

4.3.1.1.2. Artefacto: Sprint Backlog 01

La segunda parte de la reunión de planificación, el equipo desglosó las historias de usuario o requisitos identificados del artefacto Product Backlog, en tareas de baja granularidad o específicas; estimando el tiempo, puntos de historia y asignando responsables para cada una de ellas en un artefacto denominado Sprint Backlog o Pila de Sprint. La Tabla 35 muestra en detalle el artefacto.

Sprint Backlog 01

Tabla 35: Sprint backlog 01

ID	TAREA	RESP.	PTOS.	DUR.
CPR1	Crear cuenta de hosting gratuito y configurar FTP.	Jinner Delgado Chávez	20 Puntos	20 Horas
	Crear las tablas de la Base de Datos con lenguaje SQL			
	Modelar y diseñar la base de datos en Mysql			
	Diseñar el Front-end del formulario de autenticación			
CPR2	Diseñar el front - end del formulario de autenticacion para la aplicacion Android	Carlos Zavala Gonzales	20 Puntos	20 Horas
	Diseñar el back- end del formulario de autenticacion para la aplicacion Android.			
INN1	Diseñar el front-end del Formulario de Registro para la aplicacion web con HTML, CSS, bootstrap	Jinner Delgado Chávez	20 Puntos	12 Horas
	Desarrollar back-end del formulario de inscripción para la aplicación web 2.0 con PHP y JS.			
RAN1	Diseñar el frond - end del formulario de autenticacion para la aplicacion Android	Carlos Zavala Gonzales	20 Puntos	20 Horas
	Diseñar el back- end del formulario de autenticacion para la aplicacion Android			
RPN1	Diseñar el front-end del Formulario de Reportes para la aplicacion web con HTML, CSS, bootstrap	Jinner Delgado Chávez	20 puntos	12 horas
	Desarrollar back-end del Formulario de Reportes para la aplicacion web usando PHP y JS			
DURACIÓN DEL SPRINT 01		20 Días	100 Puntos	84 Horas

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.2. Diseño

En la etapa de diseño siguiendo la metodología XP, el equipo de desarrollo identificó y describió de forma puntual las abstracciones del sistema de información y sus relaciones; mediante la gestión online del Sprint y del uso del artefacto metáforas.

4.3.1.2.1. Gestión del Sprint Backlog 01

El equipo de desarrollo gestionó el Sprint Backlog 01 mediante el servicio web EasyBacklog, que el dueño del producto previamente había habilitado para la gestión de los diversos artefactos SCRUM. Es así, que la etapa de diseño pudo realizarse de forma versátil y ubicua.

Sprint 1 stories			expand
ID: CPR1 Puntos: 20 Accepted	Tema: Autenticacion Como Usuario Quiero Usar el Sistema web 2.0 Para poder Controlar y Supervisar Obras de Construcción	1. Crear una cuenta de Hosting Gratuito y configurar FTP 2. Crear las tablas de la Base de Datos con Lenguaje SQL 3. Modelar y diseñar la Base de datos en Mysql 4. Diseñar el front - end del formulario de autenticacion	
ID: CPR2 Puntos: 20 Accepted	Tema: Autenticacion Como Usuario Quiero Usar una Aplicacion Movil Android Para poder Controlar y Supervisar Obras de Construcción	1. Diseñar el front - end del formulario de autenticacion para la aplicacion Android 2. Diseñar el back- end del formulario de autenticacion para la aplicacion Android	
ID: INN1 Puntos: 20 Accepted	Tema: Registro para el proceso de Control/Supervision Como Usuario Quiero Usar el Sistema web 2.0 Para poder Registrarse para el proceso de Control	1. Diseñar el front-end del Formulario de Registro para la aplicacion web con HTML, CSS, bootstrap 2. Desarrollar back-end del Formulario de Registro para la aplicacion web usando PHP y JS	
ID: RAN1 Puntos: 20 Accepted	Tema: Registro de Acontecimientos Como usuario Quiero Usar una Aplicacion Movil Android Para poder registrar los acontecimientos de las Obras de Construcción	1. Diseñar el front - end del formulario de autenticacion para la aplicacion Android 2. Diseñar el back- end del formulario de autenticacion para la aplicacion Android	
ID: RPN1 Puntos: 20 Accepted	Tema: Reporte de Acontecimientos Como usuario Quiero Usar el Sistema web 2.0 Para poder Reporte del Proceso de Control	1. Diseñar el front-end del Formulario de Reportes para la aplicacion web con HTML, CSS, bootstrap 2. Desarrollar back-end del Formulario de Reportes para la aplicacion web usando PHP y JS	
Sprint start: 2019-03-05			Points in this sprint from the 5 stories: 100.0 Points expected in this sprint: 20.0 Points completed: 100.0

Figura 19: Gestión de Sprint Backlog 01

Figura20. Gestión de Sprint Backlog 01.

Fuente: Captura de pantalla de EasyBacklog para gestión de Sprint 01.

4.3.1.2.2. Artefacto: Metáforas

De acuerdo a la metodología ágil XP, el Scrum Development utilizó metáforas para el diseño del sistema; y es que, este artefacto permitió mantener el valor de la comunicación de forma fluida, porque fomento la participación del dueño del producto y el equipo de desarrollo para esclarecer el 'cómo' funcionará el sistema de información.

a) Autenticación de Usuarios desde web 2.0

En la Tabla 36, se muestra los detalles del 'como' debe funcionar el sistema, en lo concerniente a la autenticación de usuarios vía aplicación web 2.0, de acuerdo al consenso entre el equipo de desarrollo y el dueño del producto.

Tabla 36: Metáfora CPR1

Autenticación de usuarios vía aplicación web 2.0	
Metáfora del sistema: <ul style="list-style-type: none"> • Los usuarios registrados accederán al sitio web. • Automáticamente el sistema de información mostrará el formulario de autenticación o login. • Dicho formulario solicitará el ingreso de sus credenciales; es decir, el usuario deberá escribir su Usuario y su Contraseña de acceso, y posteriormente deberá presionar el botón Entrar. • Tras ello, el sistema buscará la información proporcionada por el postulante en la base de datos; de existir el registro en el servidor el sistema validará su ingreso, de lo contrario el sistema denegará el acceso mediante un mensaje de advertencia, informando que no existe el usuario o los datos ingresados son incorrectos. 	
Información de aprobación de la Metáfora	
Jinner Delgado Chavez (Scrum Development)	William Atalaya Urrutia (Product Owner)

b) Autenticación de Usuarios desde Android

En la Tabla 37, se muestra los detalles del 'como' debe funcionar el sistema, en lo concerniente a la autenticación de usuario vía aplicación Android, de acuerdo al consenso entre el equipo de desarrollo y el dueño del producto.

Tabla 37: Metáfora CPR2

Autenticación de Usuarios vía aplicación móvil Android	
Metáfora del sistema: <ul style="list-style-type: none"> • Los usuarios registrados accederán al sitio desde cualquier dispositivo Android, visualizarán automáticamente el formulario de autenticación o login donde deberán dar clic sobre el vínculo Obtener APK, para descargarse el archivo COV.apk. • Luego de descargarse el archivo deberán instalarlo en cualquier dispositivo Android donde deseen acceder al sistema de información. • Luego de la instalación, tocando sobre el ícono de la aplicación Cov podrán ejecutar la aplicación; tras lo cual, se mostrará la pantalla de inicio y luego de dos segundos la pantalla de autenticación, que solicitará el ingreso del Usuario y la contraseña, y luego deberán pulsar sobre el botón Entrar. • Tras ello, el sistema buscará la información proporcionada por el usuario en la base de datos; de existir el registro en el servidor el sistema validará su ingreso, de lo contrario el sistema denegará el acceso mediante un mensaje de advertencia, informando que no existe el usuario o los datos ingresados son incorrectos. 	
Información de aprobación de la Metáfora	
Jinner Delgado Chávez (Scrum Development)	William Atalaya Urrutia (Product Owner)

c) Registro de Usuarios desde web 2.0

En la Tabla 38, se muestra los detalles del 'como' debe funcionar el sistema, en lo concerniente al registro de los usuarios vía aplicación web 2.0, de acuerdo al consenso entre el equipo de desarrollo y el dueño del producto.

Tabla 38: Metáfora INN1

Registro de Usuario vía aplicación web 2.0	
Metáfora del sistema: <ul style="list-style-type: none">• Los usuarios registrados accederán al sitio web.• El sistema de información presentará un formulario dónde el usuario deberá ingresar datos como: Nombres, Apellido, Seleccionar Tipo de ingeniero(Supervisor-Residente), Colegiatura, Usuario y Clave. Para finalizar su registro deberá pulsar sobre el botón Registrar.• Luego de registrarse, se deberá asignar los permisos al usuario ya sean para que asigne permisos o para que registre nuevos usuarios.• Dicho formulario solicitará el ingreso de sus credenciales; es decir, el usuario deberá escribir su Usuario, su contraseña de acceso, y posteriormente deberá presionar el botón Entrar.• Tras ello, el sistema buscará la información proporcionada por el Usuario en la base de datos; de existir el registro en el servidor el sistema validará su ingreso, de lo contrario el sistema denegará el acceso mediante un mensaje de advertencia, informando que no existe el usuario o los datos ingresados son incorrectos.• Tras la validación y autenticación del usuario, el sistema dará la bienvenida y mostrará todas las opciones para que el usuario registre los acontecimientos de Obra (Descripción y foto referencial).• Por otra parte, el sistema siempre y cuando tenga los permisos correspondientes podrá editar la información del usuario.	
Información de aprobación de la Metáfora	
Carlos Zavala Gonzales (Scrum Development)	William Atalaya Urrutia (Product Owner)

d) Registro de Acontecimientos vía aplicación android

En la Tabla 39, se muestra los detalles del 'como' debe funcionar el sistema, en lo concerniente al registro de acontecimientos mediante una aplicación android, de acuerdo al consenso entre el equipo de desarrollo y el dueño del producto.

Tabla 39: Metáfora RAN1

Registro de Acontecimientos vía aplicación Android	
Metáfora del sistema: <ul style="list-style-type: none"> • Los usuarios podrán registrar los acontecimientos que se susciten en la obra mediante la aplicación Android. • Al momento que se realice el registro el usuario también podrá adjuntar una foto referencial junto al acontecimiento que registro. 	
Información de aprobación de la Metáfora	
Jinner Delgado Chavez (Scrum Development)	William Atalaya Urrutia (Product Owner)

e) Reporte de Acontecimientos vía web 2.0

En la Tabla 40, se muestra los detalles del ‘como’ debe funcionar el sistema, en lo concerniente al reporte de los acontecimientos de obra registrado por los usuarios vía aplicación web 2.0, de acuerdo al consenso entre el equipo de desarrollo y el dueño del producto.

Tabla 40: Metáfora RPN1

Reporte de Acontecimientos vía aplicación web 2.0	
Metáfora del sistema: <ul style="list-style-type: none"> • Los usuarios registrados accederán al sitio web. • Los usuarios podrán obtener el reporte por fecha de los acontecimientos registrados en la obra. • El reporte saldrá en formato PDF para impresión 	
Información de aprobación de la Metáfora	
Carlos Zavala Gonzales (Scrum Development)	William Atalaya Urrutia (Product Owner)

4.3.1.3. Desarrollo

En la etapa de desarrollo o codificación de la metodología XP, el equipo de desarrollo implementó las tareas asignadas para el Sprint Backlog 01, utilizando para el diseño Front-End (HTML, CSS, JS y Bootstrap), y para el desarrollo Back-End (PHP). Asimismo, para el desarrollo de la aplicación móvil Android se usó el servicio web MIT App Inventor 2.

4.3.1.3.1. Asignación de tareas

En la Tabla 41 se muestran los detalles del acuerdo fijado por el equipo de desarrollo para el cumplimiento de las tareas del Sprint Backlog 01, de

acuerdo a fechas programadas en el calendario; cabe señalar que tal acuerdo fue auto consensuado.

Fecha de Inicio 05/03/2017

Asignación de fechas para cumplimiento de tareas para Sprint 01

Tabla 41: Asignación de fechas para cumplimiento de tareas para Sprint 01

Tarea	Estado	Responsable	Semanas				
			01	02	03	04	05
Diseñar el Front-end del formulario de autenticación	100%	Jinner Delgado Chávez	X				
Diseñar el front - end del formulario de autenticacion para la aplicacion Android	100%	Carlos Zavala Gonzales		X			
Diseñar el back- end del formulario de autenticacion para la aplicacion Android	100%	Carlos Zavala Gonzales		X			
Diseñar el front-end del Formulario de Registro para la aplicacion web con HTML, CSS, bootstrap	100%	Jinner Delgado Chávez			X		
Desarrollar back-end del formulario de inscripción para la aplicación web 2.0 con PHP y JS.	100%	Jinner Delgado Chávez			X		
Diseñar el frond - end del formulario de autenticacion para la aplicacion Android	100%	Carlos Zavala Gonzales				X	
Diseñar el back- end del formulario de autenticacion para la aplicacion Android	100%	Carlos Zavala Gonzales				X	
Diseñar el front-end del Formulario de Reportes para la aplicacion web con HTML, CSS, bootstrap	100%	Jinner Delgado Chávez					X
Desarrollar back-end del Formulario de Reportes para la aplicacion web usando PHP y JS	100%	Jinner Delgado Chávez					X

4.3.1.3.2. Artefacto: Metáforas

De acuerdo a la metodología ágil XP, el Scrum Development utilizó metáforas para el diseño del sistema; y es que, este artefacto permitió mantener el valor de la comunicación de forma fluida, porque fomento la participación del dueño del producto y el equipo de desarrollo para esclarecer el 'cómo' funcionará el sistema de información.

a) Autenticación de Usuarios desde web 2.0

La Figura 21 muestra la parte terminada para el incremento del Sprint 01, correspondiente al formulario de autenticación de postulantes vía aplicación web 2.0; cabe señalar que dicho formulario es responsive; es decir, se puede adaptar a diferentes tamaños de pantalla.

A screenshot of a web application interface titled "PANEL DE CONTROL" in orange text at the top. The background is dark blue. A white-bordered box contains a login form. On the left of the form are a person icon and a padlock icon. The first input field contains the email "alex_mnzar@hotmail.com". The second input field contains six dots, indicating a password. Below the input fields is an orange button with the text "INGRESAR" in white capital letters.

Figura 20: Formulario de autenticación de usuarios desde web

Fuente: Elaboración propia.

b) Autenticación de usuarios desde Android

Figura 22 correspondiente a la pantalla de usuarios vía aplicación móvil Android, cabe señalar que dicho formulario puede ser utilizado desde cualquier dispositivo basado en Android.


A screenshot of an Android application interface. The top half shows a background image of a yellow excavator working in a dark, rocky environment. Below the image is a dark blue login form. At the top of the form is a button labeled "INICIA SESIÓN". Below it are two input fields: "Usuario" and "Contraseña". At the bottom of the form is a button labeled "ENTRAR". The Android status bar at the top right shows a Wi-Fi icon, a battery icon, and the time "8:00".

Figura 21: Formulario de autenticación de usuarios aplicación Android

Fuente: Elaboración propia.

c) Registro de usuarios desde web 2.0

La Figura 23 muestra la parte correspondiente al formulario de registro de usuarios vía aplicación web 2.0, existen dos tipos de usuario que pueden registrar en el sistema los Ing. Residentes y los Supervisores; cabe señalar que dicho formulario es responsive; es decir, se puede adaptar a diferentes tamaños de pantalla.



The image shows a web application interface for managing engineers. At the top, there is a blue header bar with the text "ADMINISTRADOR DE INGENIEROS" in white, bold, uppercase letters. Below this header, there is a red button labeled "NUEVO INGENIERO". Underneath the button is a registration form with the following fields: "Nombre:" (text input), "Apellido:" (text input), "Tipo Ingeniero:" (dropdown menu), "Colegiatura:" (text input), "Usuario:" (text input), and "Clave:" (text input). At the bottom of the form, there are two blue buttons: "REGISTRAR" and "CANCELAR".

Figura 22: Formulario de Registro de Usuarios desde la web 2.0

Fuente: Elaboración propia.

d) Registro de Acontecimientos desde Android

La Figura 24 muestra la parte correspondiente al formulario de registro de acontecimientos vía aplicación móvil Android en donde aparte de ingresar una descripción del suceso puedes agregarle una foto referencial, cabe señalar que dicho formulario puede ser utilizado desde cualquier dispositivo basado en Android.



Figura 23: Formulario de registro de acontecimientos vía Aplicación Android

Fuente: Elaboración propia.

e) Reporte de Acontecimientos via web 2.0

La Figura 25 muestra la parte correspondiente al formulario de reportes de acontecimientos vía aplicación web 2.0, al cual se muestra de manera correlativa, detallando a que municipalidad pertenece y que código Snip tiene asignado; además tiene una opción de búsqueda para hacer más fácil la ubicación de algún acontecimiento registrado en Obra.

Cabe señalar que dicho formulario es responsive; es decir, se puede adaptar a diferentes tamaños de pantalla.



MODULO DE LISTADO ACTIVIDAD

Buscar:

CÓD.	NOMBRE	MUNICIPALIDAD	SNIP	REPORTE
32	ALEX MUÑOZ NUÑEZ	PIMENTEL	OBRA DE SANEAMIENTO	

Figura 24: Formulario de reportes de acontecimientos vía Aplicación web 2.0

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.3.3. Seguimiento y avance de Sprint 03 con Scrum Diario

El marco de trabajo Scrum proporciona la herramienta gráfica Burn Down para medir el progreso del proyecto, realizada en reuniones de Scrum diario mediante web; por ello la Figura 25 muestra el avance del cumplimiento de tareas del equipo de desarrollo para el Sprint 01.

a) Gráfico Burn Down de Sprint 01

El equipo de desarrollo pudo generar el gráfico Burn Down a través del uso de la herramienta web EasyBacklog; este servicio genera automáticamente el Burn Down a partir del progreso de los Sprints.

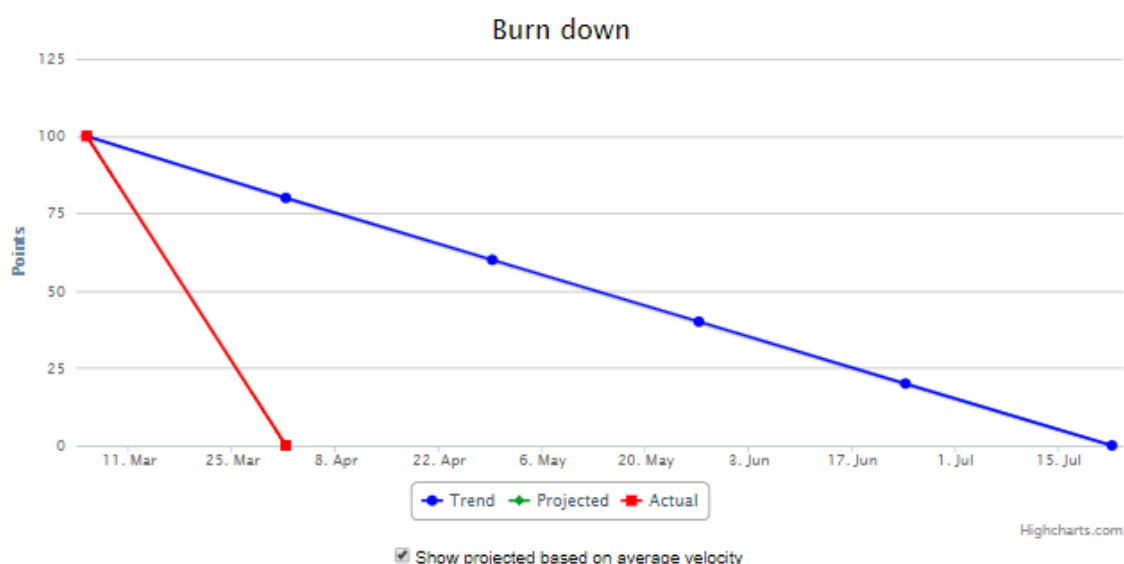


Figura 25: Gráfico Burn Down de Sprint 01

Figura 26. Gráfico Burn Down de Sprint 01

Fuente: Captura de pantalla de EasyBacklog para gestión de Burn Down.

Se puede apreciar en la Figura 26 que el eje Y toma la totalidad de puntos de historias de los Sprints; es decir 100 puntos (1 Sprints), y en el eje X se aprecia las fechas programadas para el cumplimiento de las tareas. Por lo

tanto, el gráfico muestra que todas las tareas del Sprint 01 fueron completadas sin retrasos.

4.3.1.4. Prueba

La etapa de prueba permitió al equipo Scrum comprobar y validar el funcionamiento del código implementado para la entrega de incrementos

4.3.1.4.1. Control y cumplimiento del producto

El Scrum Master coordinó y consensuó con el equipo de desarrollo y el dueño del producto la necesidad de controlar la evolución del Sprint 01 y que se garantice el óptimo funcionamiento de los incrementos; por ello, se hizo necesario el uso de la herramienta gráfica Burn Up para medir la evolución y las pruebas de aceptación para garantizar el funcionamiento.

a) Gráfico Burn Up del Sprint 01

El dueño del producto pudo generar el gráfico Burn Up a través del uso de la herramienta web EasyBacklog; este servicio genera automáticamente el Burn Up a partir de los Sprints terminados.

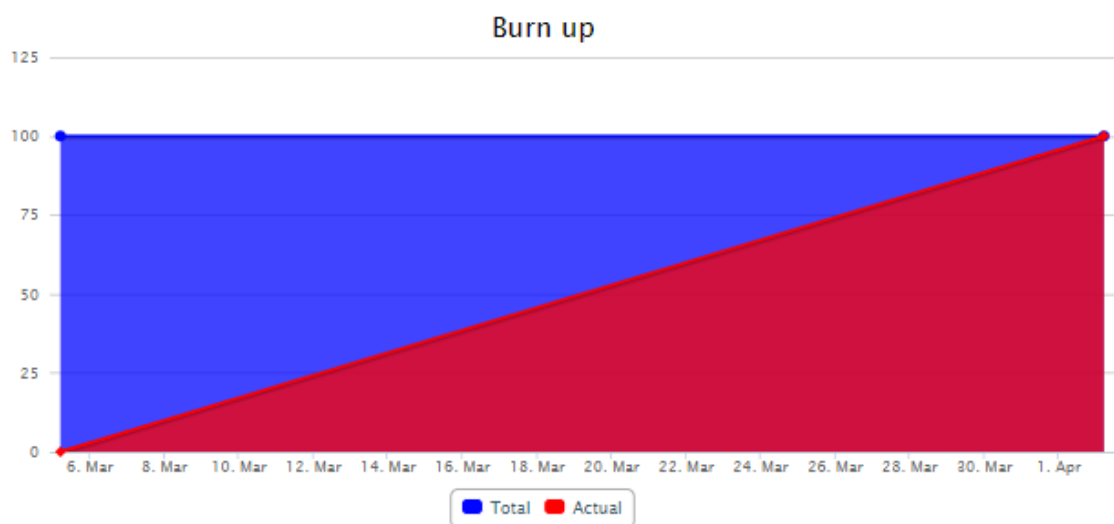


Figura 26: Gráfico Burn Down de Sprint 01

Figura 27. Gráfico Burn Down de Sprint 01

Fuente: Captura de pantalla de EasyBacklog para gestión de Burn Up..

Se puede apreciar en la Figura 27 que el eje Y toma la totalidad de puntos de historias o el esfuerzo estimado para desarrollar los Sprints; es decir 100 puntos (1Sprints), y en el eje X se aprecia la duración del proyecto medido

en Sprints. Por lo tanto, el gráfico muestra que el Sprint 01 fue entregado sin retrasos; vale decir.

4.3.1.4.2. Prueba de aceptación

La necesidad de proporcionar un incremento completamente funcional, llevó al equipo de desarrollo a seleccionar los Test de Cliente o Prueba de Aceptación, propuestos por la metodología XP para validar la operatividad de los incrementos producidos durante el Sprint.

a) Autenticación de Usuarios desde web 2.0

La Tabla 42 muestra los detalles de la prueba de aceptación que fue ejecutada en conjunto con el equipo de desarrollo y el dueño del producto, con respecto a la entrega de Autenticación al Sistema vía web 2.0. Y que terminada la ejecución de la prueba el dueño del producto dio su conformidad sobre la funcionabilidad del incremento.

Tabla 42: Prueba de aceptación PA01

Prueba de Aceptación			
Código CP	PA01	Historia de usuario	CPR1
Descripción		Acceso al sistema de los usuarios	
Condición de ejecución		Debe existir acceso a internet en la PC que se desee usar para acceder al proceso de registro de acontecimientos de Obras	
Entrada		Parámetros de entrada: - Usuario(Correo) - Clave	
Resultado esperado		Acceso al sistema	
Evaluación de la prueba		La prueba fue exitosa. Se aceptó el ingreso al sistema	

Fuente: Elaboración propia.

b) Autenticación de usuarios desde Android

La Tabla 43 muestra los detalles de la prueba de aceptación que fue ejecutada en conjunto con el equipo de desarrollo y el dueño del producto, con respecto a la entrega de Autenticación al Sistema vía aplicación Android

y que terminada la ejecución de la prueba el dueño del producto dio su conformidad sobre la funcionabilidad del incremento.

Tabla 43: Prueba de aceptación PA02

Prueba de Aceptación			
Código CP	PA02	Historia de usuario	CPR2
Descripción		Acceso al sistema de los usuarios	
Condición de ejecución		Debe existir acceso a internet en el dispositivo Android que se desee usar para acceder al proceso de registro de Control y Supervisión.	
Entrada		Parámetros de entrada: - Usuario(Correo) - Clave	
Resultado esperado		Acceso al sistema	
Evaluación de la prueba		La prueba fue exitosa. Se aceptó el ingreso al sistema.	

c) Registro de usuarios desde web 2.0

La Tabla 44 muestra los detalles de la prueba de aceptación que fue ejecutada en conjunto con el equipo de desarrollo y el dueño del producto, con respecto a la entrega registro de usuarios para que puedan acceder al sistema vía aplicación web, y que terminada la ejecución de la prueba el dueño del producto dio su conformidad sobre la funcionabilidad del incremento.

Tabla 44: Prueba de aceptación PA04

Prueba de Aceptación			
Código CP	PA03	Historia de usuario	INN1
Descripción		Registro de Usuarios para el proceso de Control y Supervisión de Obras	
Condición de ejecución		Debe existir acceso a internet en la PC que se desee usar para acceder al proceso de registro de Control y Supervisión	
Entrada		Parámetros de entrada: - Nombres - Apellidos - Tipo de ingeniero (Residente, Supervisor) - Colegiatura	

	<ul style="list-style-type: none"> - Usuario - Clave
Resultado esperado	Los usuarios pueden registrarse para poder usar la aplicación, desde cualquier dispositivo y con acceso a Internet.
Evaluación de la prueba	La prueba fue exitosa. Se aceptó el Registro al sistema.

d) Registro de Acontecimientos desde Android

La Tabla 45 muestra los detalles de la prueba de aceptación que fue ejecutada en conjunto con el equipo de desarrollo y el dueño del producto, con respecto al registro de acontecimientos de las Obras de Construcción en la Región Lambayeque para el año 2017, y que terminada la ejecución de la prueba el dueño del producto dio su conformidad sobre la funcionabilidad del incremento.

Tabla 45: Prueba de aceptación PA04

Prueba de Aceptación			
Código CP	PA04	Historia de usuario	RAN1
Descripción	Registro de acontecimientos de las Obras de Construcción en la Región Lambayeque para el año 2017		
Condición de ejecución	Debe existir acceso a internet en la PC que se desee usar para acceder al proceso de registro de Control y Supervisión		
Entrada	Parámetros de entrada: <ul style="list-style-type: none"> - Municipalidad - Snip - Descripción - Foto de la Actividad 		
Resultado esperado	El registro del acontecimiento de las Obras de construcción, desde cualquier dispositivo basado en Android y con acceso a Internet.		
Evaluación de la prueba	La prueba fue exitosa. Se aceptó el registro del acontecimiento al sistema.		

e) Reporte de Acontecimientos vía web 2.0

La Tabla 46 muestra los detalles de la prueba de aceptación que fue ejecutada en conjunto con el equipo de desarrollo y el dueño del producto, con respecto al reporte de acontecimientos de las Obras de Construcción en la Región Lambayeque para el año 2017, y que terminada la ejecución de la prueba el dueño del producto dio su conformidad sobre la funcionabilidad del incremento.

Tabla 46: Prueba de aceptación PA05

Prueba de Aceptación			
Código CP	PA05	Historia de usuario	RPN1
Descripción		Reporte de acontecimientos de las Obras de Construcción en la Región Lambayeque para el año 2017	
Condición de ejecución		Debe existir acceso a internet en la PC que se desee usar para acceder al proceso de registro de Control y Supervisión	
Entrada		Parámetros de entrada: <ul style="list-style-type: none"> - Ingeniero/Supervisor - Municipalidad - Snip 	
Resultado esperado		El reporte de los acontecimientos de Obras de construcción, desde cualquier dispositivo basado en Android y con acceso a Internet.	
Evaluación de la prueba		La prueba fue exitosa. Se aceptó el entregable(reporte) del acontecimiento al sistema.	

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este capítulo tiene como finalidad procesar, describir, inferir e interpretar los resultados obtenidos de la aplicación de los instrumentos de recolección de datos durante la ejecución del estudio; por ello, da a conocer el tratamiento estadístico e interpretación de cuadros a nivel descriptivo y a nivel inferencial; asimismo, provee los resultados y conclusiones obtenidas de las pruebas de hipótesis en relación a la comparación de medias de las diversas variables de la matriz.

5.1. Presentación de resultados

5.1.1. Confiabilidad del instrumento aplicado a grupo de control y experimental

Tabla 47: Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,865	40

		N	%
	Valido	40	100,00
Casos	Excluido	0	0,00
	Total	40	100,00

Interpretación

Según la Tabla 47 se puede apreciar que el valor para la consistencia interna del instrumento obtenido mediante el Alfa de Cronbach fue de **0.865**, y que representa un **valor óptimo** para la aplicación del instrumento y la obtención confiable de sus resultados. De acuerdo a esto, se puede afirmar **existe confiabilidad** y consistencia interna en los 8 ítems del cuestionario aplicado para el estudio.

5.2. Tratamiento estadístico e interpretación de cuadros a nivel descriptivo

5.2.1. Estadígrafos para grupo de control

Resumen de estadígrafos para grupo de control

Tabla 48: Resumen de estadígrafos para grupo de control

Preguntas cuestionario online aplicado a grupo de control	Tipo de prueba	Válido		Casos Perdidos		Total	
		N	%	N	%	N	%
P1. ¿Cuántos errores tuvo el registro en el cuaderno de obras?	Preprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Posprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
P2. ¿Cuántos veces registro información incompleta o faltante en el Cuaderno de Obras?	Preprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Posprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
P3. ¿Cuántas veces no pudo registrar la información de manera clara en el cuaderno de obras?	Preprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Posprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
P4. ¿Cuánto fue el tiempo que invirtió en la revisión de algún acontecimiento que este registrado en el cuaderno de obras?	Preprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Posprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
P5. ¿Cuántos errores tuvo el consolidado del cuaderno de obras en el proceso de Control y supervisión de Obras de construcción?	Preprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Posprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
P6. ¿Cuántos errores le ocasionó el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	Preprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Posprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
P7. ¿Cuántos minutos le tomó completar una tarea con el aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	Preprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Posprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
P8. ¿Cuánto dinero ahorró por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	Preprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Posprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
P9. ¿Cuántas quejas le generó el uso del aplicativo informático para completar tareas de registro en el cuaderno de obra?	Preprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Posprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
P10. ¿En cuántos dispositivos pudo completar una tarea usando el aplicativo informático en el proceso de registro?	Preprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Posprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%

5.2.1.1. Histogramas y curvas de frecuencias correspondiente al grupo de control

Figura 27: Histograma del grupo de control – pre prueba

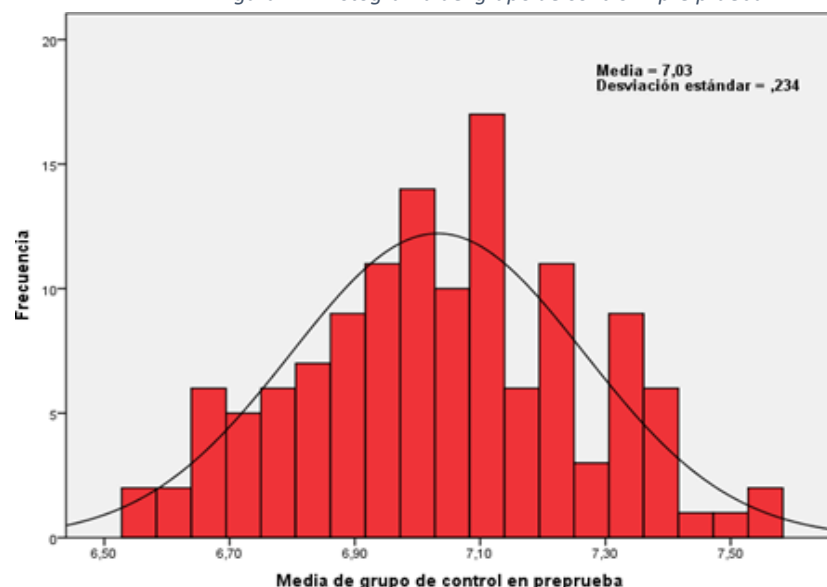


Figura 28. Histograma del grupo de control – pre prueba

Interpretación: Según la Figura 28 se puede apreciar que la **media general** para el grupo de control fue de **7.03**, obtenido luego de la aplicación del cuestionario en la etapa de **pre prueba**; asimismo, el **histograma** muestra que la información obtenida para la totalidad del cuestionario se corresponde con una **distribución normal**. Sin embargo, para el ámbito del presente estudio y con la finalidad de garantizar los resultados de la investigación, fue necesario la aplicación de pruebas más específicas para el análisis de la distribución poblacional de cada pregunta del cuestionario. Por ello, el presente estudio ejecuto la prueba de **Kolmogorov-Smirnov** y que dichos resultados se muestran en la Ilustración 30.

Figura 29: Histograma del grupo de control – pos prueba

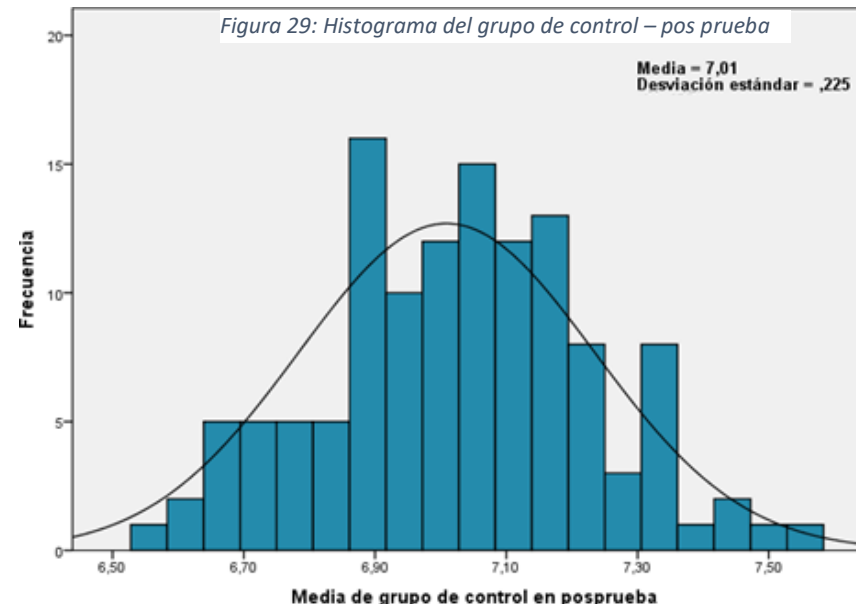


Figura 29. Histograma del grupo de control – pos prueba

Interpretación: Según la Figura 29 se puede apreciar que la **media general** para el grupo de control fue de **7.01**, obtenido luego de la aplicación del cuestionario en la etapa de **pos prueba**; asimismo, el **histograma** muestra que la información obtenida para la totalidad del cuestionario se corresponde con una **distribución normal**. Sin embargo, para el ámbito del presente estudio y con la finalidad de garantizar los resultados de la investigación, fue necesario la aplicación de pruebas más específicas para el análisis de la distribución poblacional de cada pregunta del cuestionario. Por ello, el presente estudio ejecuto la prueba de **Kolmogorov-Smirnov** y que dichos resultados se muestran en la Ilustración 30.

5.2.1.2. Consolidado de estadígrafos para cuestionario aplicado a grupo de control - pre prueba

Tabla 49: Consolidado de estadígrafos para cuestionario aplicado a grupo de control - pre prueba

GRUPO DE CONTROL PREPRUEBA	P1. ¿Cuántos errores tuvo el registro en el cuaderno de obras?	P2. ¿Cuántos veces registro información incompleta o faltante en el Cuaderno de Obras?	P3. ¿Cuántas veces no pudo registrar la información de manera clara en el cuaderno de obras?	P4. ¿Cuánto fue el tiempo que invirtió en la revisión de algún acontecimiento que este registrado en el cuaderno de obras?	P5. ¿Cuántos errores tuvo el consolidado del cuaderno de obras en el proceso de Control y supervisión de Obras de construcción?	P6. ¿Cuántos errores le ocasionó el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	P7. ¿Cuántos minutos le tomó completar una tarea con el aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	P8. ¿Cuánto dinero ahorró por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	P9. ¿Cuántas quejas le generó el uso del aplicativo informático para completar tareas de registro en el cuaderno de obra?	P10. ¿En cuántos dispositivos pudo completar una tarea usando el aplicativo informático en el proceso de registro?
Número de casos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Media	9,03	15,15	1,49	14,02	1,51	9,84	5,93	14,78	1,65	22,16
Mediana	9,00	15,00	2,00	14,00	1,00	10,00	6,00	15,00	2,00	22,00
Varianza	,702	1,689	1,096	,664	1,142	2,023	,612	1,406	1,213	1,960
Desviación estándar	,838	1,300	1,047	,815	1,069	1,422	,782	1,186	1,101	1,400
Curtosis	-1,577	-1,207	-1,178	-1,491	-1,235	-1,215	-1,351	-,810	-1,262	-1,264
Asimetría	-,059	-,018	-,052	-,043	,028	,245	,123	,345	-,232	-,142
Error estándar de la media	,074	,114	,092	,072	,094	,125	,069	,104	,097	,123
Suma	1165	1954	192	1809	195	1270	765	1907	213	2858
% de suma total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
% de N total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

5.2.1.3. Consolidado de estadígrafos para cuestionario aplicado a grupo de control - pos prueba

Tabla 50: Consolidado de estadígrafos para cuestionario aplicado a grupo de control - pos prueba

GRUPO DE CONTROL PREPRUEBA	P1. ¿Cuántos errores tuvo el registro en el cuaderno de obras?	P2. ¿Cuántos veces registro información incompleta o faltante en el Cuaderno de Obras?	P3. ¿Cuántas veces no pudo registrar la información de manera clara en el cuaderno de obras?	P4. ¿Cuánto fue el tiempo que invitó en la revisión de algún acontecimiento que este registrado	P5. ¿Cuántos errores tuvo el consolidado del cuaderno de obras en el proceso de Control y	P6. ¿Cuántos errores le ocasionó el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno	P7. ¿Cuántos minutos le tomó completar una tarea con el aplicativo informático en el proceso	P8. ¿Cuánto dinero ahorró por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno	P9. ¿Cuántas quejas le generó el uso del aplicativo informático para completar tareas de registro en el	P10. ¿En cuántos dispositivos pudo completar una tarea usando el aplicativo informático en el
Número de casos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Media	8,95	15,43	1,66	13,93	1,46	10,08	5,99	14,53	1,52	21,88
Mediana	9,00	16,00	2,00	14,00	2,00	10,00	6,00	14,00	2,00	22,00
Varianza	,645	1,309	1,102	,706	1,063	2,103	,633	1,282	1,173	2,057
Desviación estándar	,803	1,144	1,050	,840	1,031	1,450	,795	1,132	1,083	1,434
Curtosis	-1,442	-1,436	-1,133	-1,575	-1,149	-1,388	-1,415	-1,399	-1,269	-1,316
Asimetría	,099	-,007	-,224	,133	-,058	-,012	,014	,043	-,032	,159
Error estándar de la media	,071	,101	,092	,074	,091	,128	,070	,100	,095	,126
Suma	1154	1990	214	1797	188	1300	773	1875	196	2823
% de suma total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
% de N total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

5.2.1.4. Comparación de medias para cuestionario aplicado a grupo de control en etapas de pre prueba y pos prueba.

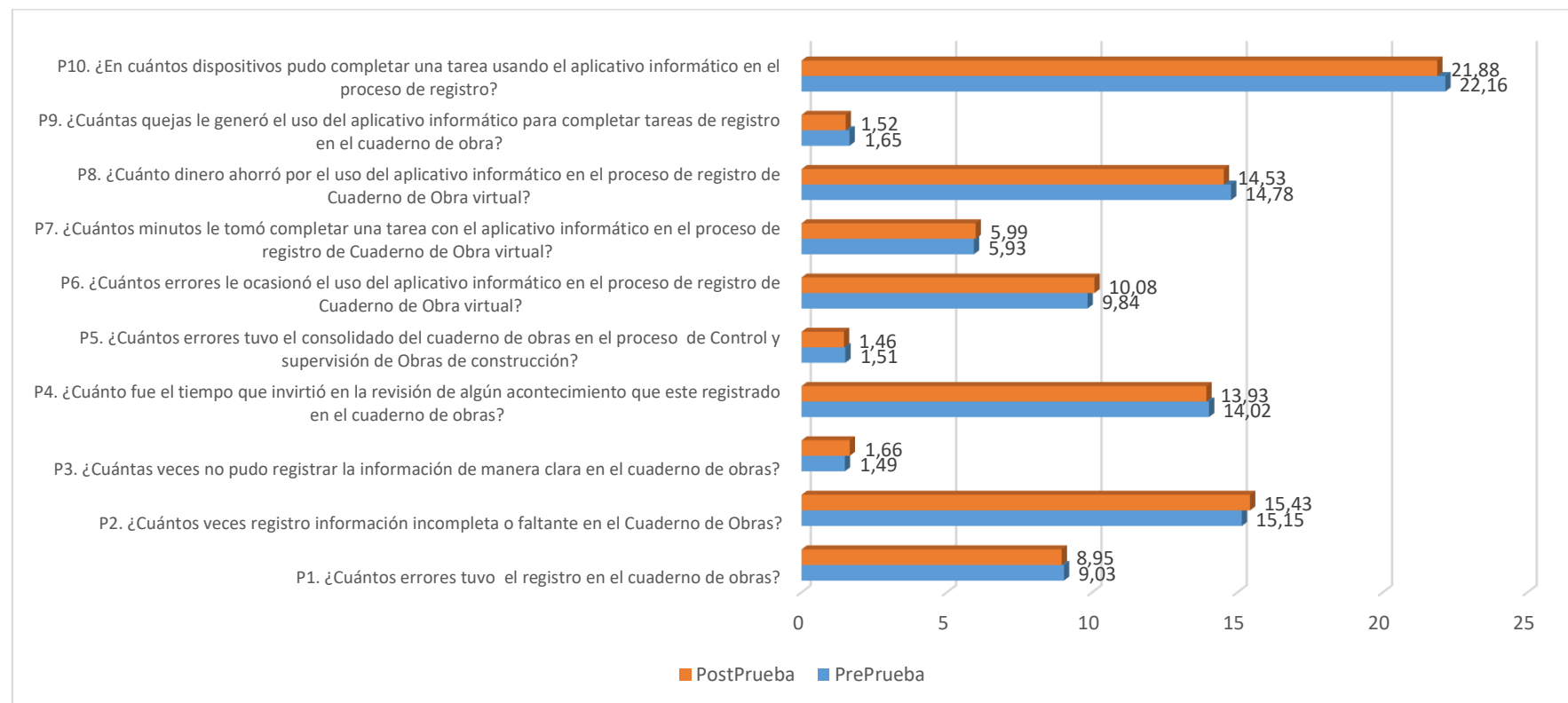


Figura 28: Comparacion de medias

Figura 30. Comparación de medias para cuestionario aplicado a grupo de control en etapas de pre prueba y pos prueba

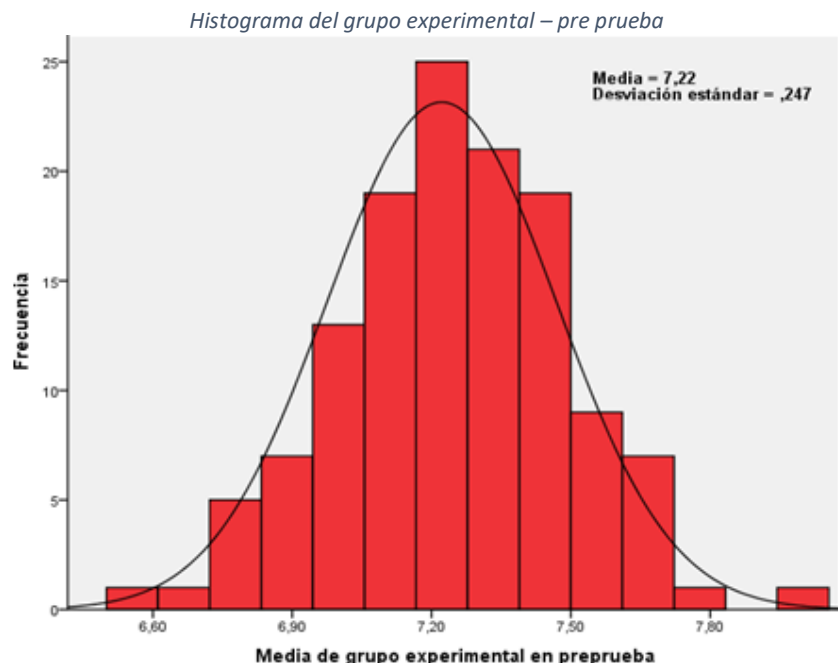
Interpretación

Según la Figura 30 se puede apreciar gráficamente que no existen diferencias significativas entre las medias obtenidas para cada pregunta del cuestionario aplicado en las etapas de pre prueba (color azul) y pos prueba (color naranja) del grupo de control. Así se evidencio por ejemplo en la pregunta 01, dónde la cantidad de errores que experimentaron los encuestados durante el registro en el cuaderno de obras fue en promedio 9.03 en la etapa de pre prueba, y que durante la etapa de pos prueba vario ligeramente hasta 8.95 en promedio. Asimismo, situación similar ocurrió en el resto de las preguntas. Sin embargo, para establecer conclusiones sólidas al respecto de los resultados se hizo necesario la ejecución de pruebas especializadas en comparación de medias, y que además fue necesario su uso para extrapolar los resultados e información obtenida de la muestra representativa experimental, hacia la población en estudio.

5.2.2. Estadígrafos para grupo experimental

Preguntas cuestionario online aplicado a grupo de experimental	Tipo de prueba	Válido		Casos Perdidos		Total	
		N	%	N	%	N	%
P1. ¿Cuántos errores tuvo el registro en el cuaderno de obras?	Preprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Posprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
P2. ¿Cuántos veces registro información incompleta o faltante en el Cuaderno de Obras?	Preprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Posprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
P3. ¿Cuántas veces no pudo registrar la información de manera clara en el cuaderno de obras?	Preprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Posprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
P4. ¿Cuánto fue el tiempo que invirtió en la revisión de algún acontecimiento que este registrado en el cuaderno de obras?	Preprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Posprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
P5. ¿Cuántos errores tuvo el consolidado del cuaderno de obras en el proceso de Control y supervisión de Obras de construcción?	Preprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Posprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
P6. ¿Cuántos errores le ocasionó el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	Preprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Posprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
P7. ¿Cuántos minutos le tomó completar una tarea con el aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	Preprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Posprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
P8. ¿Cuánto dinero ahorró por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	Preprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Posprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
P9. ¿Cuántas quejas le generó el uso del aplicativo informático para completar tareas de registro en el cuaderno de obra?	Preprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Posprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
P10. ¿En cuántos dispositivos pudo completar una tarea usando el aplicativo informático en el proceso de registro?	Preprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Posprueba	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%

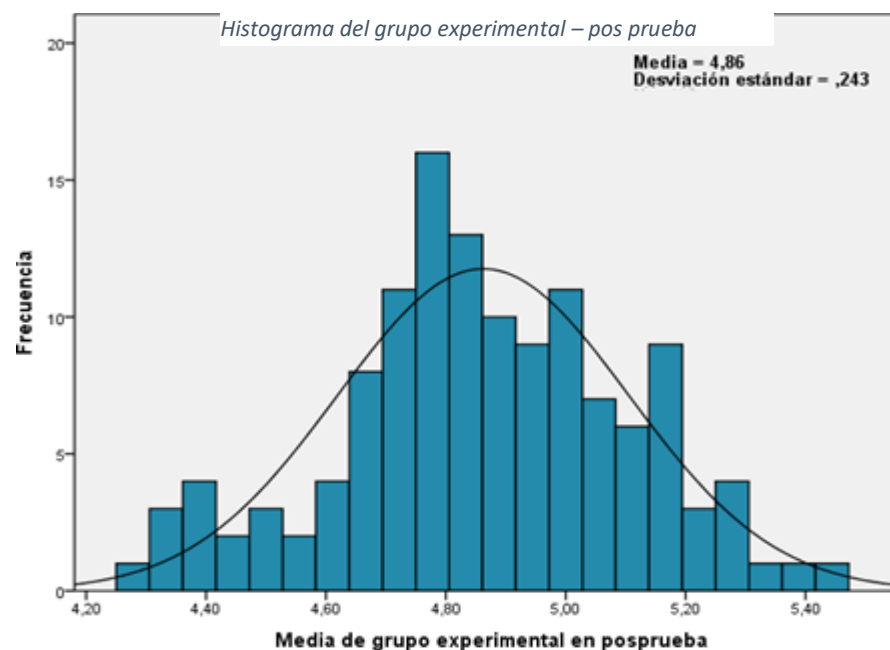
5.2.2.1. Histogramas y curvas de frecuencias correspondiente al grupo de experimental



Histograma del grupo experimental – pre prueba.

Interpretación:

Según la figura se puede apreciar que la **media general** para el grupo experimental fue de **7.22**, obtenido luego de la aplicación del cuestionario en la etapa de **pre prueba**; asimismo, el **histograma** muestra que la información obtenida para la totalidad del cuestionario se corresponde con una **distribución normal**. Sin embargo, para el ámbito del presente estudio y con la finalidad de garantizar los resultados de la investigación, fue necesario la aplicación de pruebas más específicas para el análisis de la distribución poblacional de cada pregunta del cuestionario. Por ello, el presente estudio ejecuto la prueba de **Kolmogorov-Smirnov**.



Histograma del grupo experimental – pos prueba.

Interpretación:

Según figura se puede apreciar que la **media general** para el grupo experimental fue de **4.86**, obtenido luego de la aplicación del cuestionario en la etapa de **pos prueba**; asimismo, el **histograma** muestra que la información obtenida para la totalidad del cuestionario se corresponde con una **distribución normal**. Sin embargo, para el ámbito del presente estudio y con la finalidad de garantizar los resultados de la investigación, fue necesario la aplicación de pruebas más específicas para el análisis de la distribución poblacional de cada pregunta del cuestionario. Por ello, el presente estudio ejecuto la prueba de **Kolmogorov-Smirnov**.

5.2.2.2. Consolidado de estadígrafos para cuestionario aplicado a grupo de experimental - pre prueba

Consolidado de estadígrafos para cuestionario aplicado a grupo de experimental - pre prueba

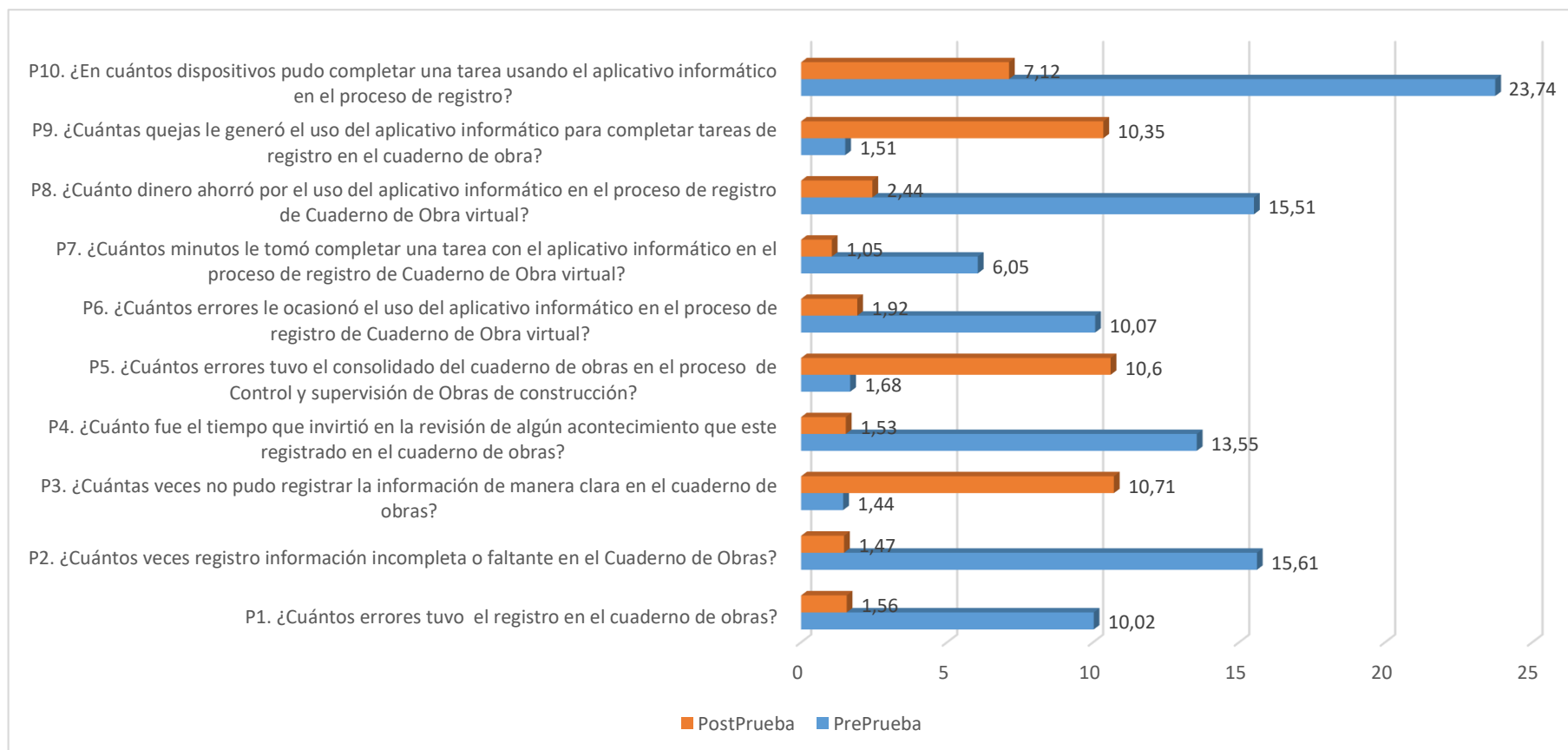
GRUPO EXPERIMENTAL PREPRUEBA	P1. ¿Cuántos errores tuvo el registro en el cuaderno de obras?	P2. ¿Cuántos veces registro información incompleta o faltante en el Cuaderno de Obras?	P3. ¿Cuántas veces no pudo registrar la información de manera clara en el cuaderno de obras?	P4. ¿Cuánto fue el tiempo que invirtió en la revisión de algún acontecimiento que este registrado en el cuaderno de obras?	P5. ¿Cuántos errores tuvo el consolidado del cuaderno de obras en el proceso de Control y supervisión de Obras de construcción?	P6. ¿Cuántos errores le ocasionó el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	P7. ¿Cuántos minutos le tomó completar una tarea con el aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	P8. ¿Cuánto dinero ahorró por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	P9. ¿Cuántas quejas le generó el uso del aplicativo informático para completar tareas de registro en el cuaderno de obra?	P10. ¿En cuántos dispositivos pudo completar una tarea usando el aplicativo informático en el proceso de registro?
Número de casos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Media	10,02	15,61	1,44	13,55	1,68	10,07	6,05	15,51	1,51	23,74
Mediana	10,00	16,00	1,00	14,00	2,00	10,00	6,00	16,00	1,00	23,00
Varianza	1,906	1,177	1,389	1,140	1,375	,706	,732	,252	1,252	4,145
Desviación estándar	1,381	1,085	1,179	1,068	1,173	,840	,856	,502	1,119	2,036
Curtosis	-1,226	-1,256	-1,490	-1,232	-1,469	-1,575	-1,634	-2,029	-1,358	-1,321
Asimetría	,044	-,145	,069	-,036	-,183	-,133	-,090	-,047	,004	,162
Error estándar de la media	,122	,096	,104	,094	,103	,074	,075	,044	,099	,179
Suma	1292	2014	186	1748	217	1299	780	2001	195	3063
% de suma total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
% de N total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

5.2.2.3. Consolidado de estadígrafos para cuestionario aplicado a grupo de experimental - pos prueba

Consolidado de estadígrafos para cuestionario aplicado a grupo de experimental - pos prueba

GRUPO DE CONTROL POS PRUEBA	P1. ¿Cuántos errores tuvo el registro en el cuaderno de obras?	P2. ¿Cuántos veces registro información incompleta o faltante en el Cuaderno de Obras?	P3. ¿Cuántas veces no pudo registrar la información de manera clara en el cuaderno de obras?	P4. ¿Cuánto fue el tiempo que invirtió en la revisión de algún acontecimiento que este registrado en el cuaderno de obras?	P5. ¿Cuántos errores tuvo el consolidado del cuaderno de obras en el proceso de Control y supervisión de Obras de construcción?	P6. ¿Cuántos errores le ocasionó el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	P7. ¿Cuántos minutos le tomó completar una tarea con el aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	P8. ¿Cuánto dinero ahorró por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	P9. ¿Cuántas quejas le generó el uso del aplicativo informático para completar tareas de registro en el cuaderno de obra?	P10. ¿En cuántos dispositivos pudo completar una tarea usando el aplicativo informático en el proceso de registro?
Número de casos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Media	1,56	1,47	10,71	1,53	10,60	1,92	1,05	2,44	10,35	7,12
Mediana	2,00	1,00	11,00	1,00	11,00	2,00	1,00	2,00	10,00	7,00
Varianza	1,624	1,189	1,241	1,266	1,352	,681	,677	,295	1,276	4,031
Desviación estándar	1,274	1,090	1,114	1,125	1,163	,825	,823	,544	1,130	2,008
Curtosis	-1,677	-1,283	-1,295	-1,377	-1,464	-1,519	-1,516	1,048	-1,329	-1,259
Asimetría	-,086	,070	-,255	-,005	-,072	,146	-,102	-,507	,235	-,085
Error estándar de la media	,112	,096	,098	,099	,102	,073	,072	,048	,099	,177
Suma	201	190	1381	198	1367	248	136	315	1335	919
% de suma total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
% de N total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

5.2.2.4. Comparación de medias para cuestionario aplicado a grupo de control en etapas de pre prueba y pos prueba.



Comparación de medias para cuestionario aplicado a grupo experimental en etapas de pre prueba y pos prueba

Interpretación:

Según la Figura anterior se puede apreciar gráficamente que existen diferencias significativas entre las medias obtenidas para cada pregunta del cuestionario aplicado en las etapas de pre prueba (color azul) y pos prueba (color naranja) del grupo experimental. Así se evidencio por ejemplo en la pregunta 01, dónde la cantidad de errores que experimentaron los encuestados durante el registro en el cuaderno de obras fue en promedio 10.02 en la etapa de pre prueba, y que durante la etapa de pos prueba disminuyo hasta 1.56 en promedio. Asimismo, situación similar ocurrió en el resto de las preguntas. Sin embargo, para establecer conclusiones sólidas al respecto de los resultados se hizo necesario la ejecución de pruebas especializadas en comparación de medias, y que además fue necesario su uso para extrapolar los resultados e información obtenida de la muestra representativa experimental, hacia la población en estudio.

5.3 Tratamiento estadístico e interpretación de cuadros a nivel inferencial

5.3.1 Pruebas de normalidad aplicado a cuestionario de grupo de control

Tabla 51: Pruebas de normalidad aplicado a cuestionario de grupo de control

		Kolmogorov-Smirnov		
		Estadístico	gl	Sig
P1. ¿Cuántos errores tuvo el registro en el cuaderno de obras?	Preprueba	,241	20	2,18
	Posprueba	,229	20	2,02
P2. ¿Cuántos veces registro información incompleta o faltante en el Cuaderno de Obras?	Preprueba	,191	20	1,49
	Posprueba	,211	20	1,63
P3. ¿Cuántas veces no pudo registrar la información de manera clara en el cuaderno de obras?	Preprueba	,207	20	7,80
	Posprueba	,209	20	4,00
P4. ¿Cuánto fue el tiempo que invirtió en la revisión de algún acontecimiento que este registrado en el cuaderno de obras?	Preprueba	,226	20	7,60
	Posprueba	,253	20	9,42
P5. ¿Cuántos errores tuvo el consolidado del cuaderno de obras en el proceso de Control y supervisión de Obras de construcción?	Preprueba	,196	20	3,61
	Posprueba	,220	20	6,72
P6. ¿Cuántos errores le ocasionó el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	Preprueba	,181	20	3,31
	Posprueba	,182	20	2,49
P7. ¿Cuántos minutos le tomó completar una tarea con el aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	Preprueba	,224	20	1,64
	Posprueba	,212	20	1,43
P8. ¿Cuánto dinero ahorró por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	Preprueba	,226	20	6,84
	Posprueba	,209	20	3,98
P9. ¿Cuántas quejas le generó el uso del aplicativo informático para completar tareas de registro en el cuaderno de obra?	Preprueba	,206	20	1,20
	Posprueba	,183	20	1,90
P10. ¿En cuántos dispositivos pudo completar una tarea usando el aplicativo informático en el proceso de registro?	Preprueba	,177	20	1,30
	Posprueba	,188	20	3,47

Interpretación:

Según la Tabla 51 los resultados del p-valor o de la significancia estadística obtenido de la prueba de normalidad **Kolmogorov-Smirnov** –usado para muestras mayores a 30 entidades, aplicado a las 10 preguntas del cuestionario para las etapas de pre prueba y pos prueba del grupo de control, las cuales tuvieron un **valor mayor** al nivel de significancia previsto ($\alpha=0.05$). Por lo tanto, se pudo concluir que los datos obtenidos de las muestras poblacionales del grupo de control provienen de una población con distribución normal; por ello se cumple el **requisito de normalidad** para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.

5.3.2 Pruebas de normalidad aplicado a cuestionario de grupo experimental

Tabla 52: Prueba de normalidad aplicado a cuestionario de grupo experimental

	Tipo de prueba	Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Estadístico	gl	Sig.
P1. ¿Cuántos errores tuvo el registro en el cuaderno de obras?	Preprueba	,164	20	3,99
	Posprueba	,228	20	3,73
P2. ¿Cuántas veces registro información incompleta o faltante en el Cuaderno de Obras?	Preprueba	,190	20	2,18
	Posprueba	,195	20	4,48
P3. ¿Cuántas veces no pudo registrar la información de manera clara en el cuaderno de obras?	Preprueba	,192	20	1,24
	Posprueba	,195	20	3,96
P4. ¿Cuánto fue el tiempo que invirtió en la revisión de algún acontecimiento que este registrado en el cuaderno de obras?	Preprueba	,185	20	9,47
	Posprueba	,187	20	6,27
P5. ¿Cuántos errores tuvo el consolidado del cuaderno de obras en el proceso de Control y supervisión de Obras de construcción?	Preprueba	,226	20	6,96
	Posprueba	,204	20	2,07
P6. ¿Cantidad de dinero ahorrado por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro en el Cuaderno de Obra virtual?	Preprueba	,253	20	9,42
	Posprueba	,248	20	1,01
P7. ¿Cuántos minutos le tomó registrar un acontecimiento de obra en el aplicativo informático Cuaderno de Obra virtual?	Preprueba	,255	20	4,78
	Posprueba	,239	20	3,85
P8. ¿Cuánto dinero ahorró por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	Preprueba	,346	20	9,24
	Posprueba	,335	20	1,10
P9. ¿Cuántas quejas le generó el uso del aplicativo informático para completar tareas de registro en el cuaderno de obra?	Preprueba	,180	20	4,48
	Posprueba	,203	20	3,33
P10. ¿En cuántos dispositivos pudo completar una tarea usando el aplicativo informático?	Preprueba	,161	20	1,03
	Posprueba	,142	20	1,01

Interpretación:

Según la Tabla 52 los resultados del p-valor o de la significancia estadística obtenido de la prueba de normalidad **Kolmogorov-Smirnov** –usado para muestras mayores a 30 entidades, aplicado a las 10 preguntas del cuestionario para las etapas de pre prueba y pos prueba del grupo experimental, las cuales tuvieron un **valor mayor** al nivel de significancia previsto ($\alpha=0.05$). Por lo tanto, se pudo concluir que los datos obtenidos de las muestras poblacionales del grupo experimental provienen de una población con distribución normal; por ello se cumple el **requisito de normalidad** para la ejecución de la

prueba T para muestras independientes.

5.3.3. Comparación de medias en cuestionario aplicado a grupo de control

5.3.3.1. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 01

Tabla 53: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 01 aplicado a grupo de control

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H_0	La cantidad de errores que experimentaron en el proceso de registro en el cuaderno de obra es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.
H_1	La cantidad de errores que experimentaron en el proceso de registro en el cuaderno de obra no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.

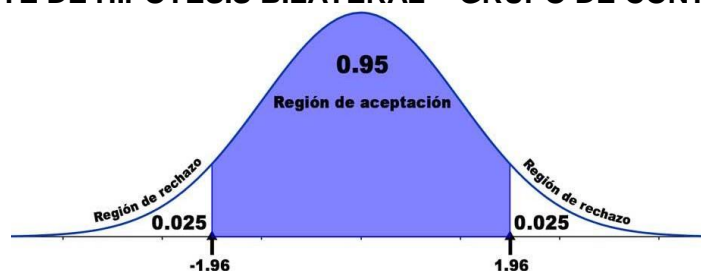
Tabla 54: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 01 aplicado a grupo de control

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
P1. ¿Cuántos errores tuvo el registro en el cuaderno de obras?	Preprueba	20	9,03	,838	,074
	Posprueba	20	8,95	,803	,071

Tabla 55: Prueba T de muestras independientes según pregunta 01 aplicado a grupo de control

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
P1. ¿Cuántos errores tuvo el registro en el cuaderno de obras?		,680	,410	,834	256	,405	,085	,102	-,116	,287
				,834	255,54	,405	,085	,102	-,116	,287

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO DE CONTROL P1



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS			PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS		
P-valor = 0.410	>	$\alpha = 0.05$	P-valor = 0.405	>	$\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 55 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de **0.410**, valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de **0.680** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existe homogeneidad o igualdad de varianzas** en las muestras poblacionales del grupo de control durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el **requisito de homocedasticidad** para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.

Interpretación:

Según la Tabla 55 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de **0.405**, valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$).

Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de **0.834** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **no existen diferencias significativas** entre las medias representativas para los resultados de la pregunta 01. Por lo tanto, se **acepta la Hipótesis Nula** concluyendo que la cantidad de errores que experimentaron en el proceso de registro en el cuaderno de obras fue **similar** en el grupo de control, durante la etapa de preprueba y pos prueba del experimento.

5.3.3.2. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 02

Tabla 56: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 02 aplicado a grupo de control

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H ₀	La cantidad de veces que registro información incompleta o faltante en el cuaderno de obra es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.
H ₁	La cantidad de veces que registro información incompleta o faltante en el cuaderno de obra no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.

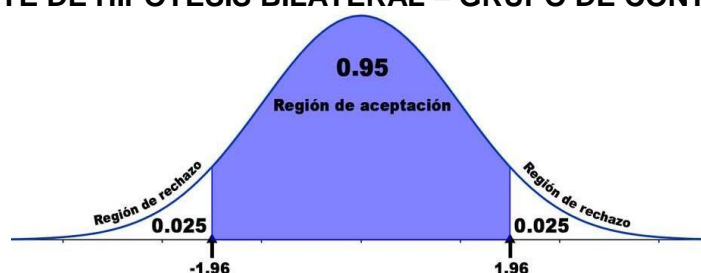
Tabla 57: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 02 aplicado a grupo de control

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
P2. ¿Cuántos veces registro información incompleta o faltante en el Cuaderno de Obras?	Preprueba	20	14,02	,815	,072
	Posprueba	20	13,93	,840	,074

Tabla 58: Prueba T de muestras independientes según pregunta 02 aplicado a grupo de control

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
P2. ¿Cuántos veces registro información incompleta o faltante en el Cuaderno de Obras?	,973	,325	,903	256	,367	,093	,103	-,110	,296
			,903	255,75	,367	,093	,103	-,110	,296

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO DE CONTROL P2



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS

P-valor = 0,325	>	$\alpha = 0.05$	P-valor = 0.367	>	$\alpha = 0.05$
Interpretación: Según la Tabla 58 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de 0.325 , valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un valor mayor al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de 0.973 se sitúa dentro de la región de aceptación para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores -1.96 y 1.96 de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que existe homogeneidad o igualdad de varianzas en las muestras poblacionales del grupo de control durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el requisito de homocedasticidad para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.			Interpretación: Según la Tabla 58 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de 0.367 , valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un valor mayor al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de 0.903 se sitúa dentro de la región de aceptación para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores -1.96 y 1.96 de la tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que no existen diferencias significativas entre las medias representativas para los resultados de la pregunta 02. Por lo tanto, se acepta la Hipótesis Nula concluyendo que la cantidad de veces que registro información incompleta o faltante en el cuaderno de obra fue similar en el grupo de control, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento.		

5.3.3.3. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 03

Tabla 59:: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 03 aplicado a grupo de control

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H_0	La cantidad de veces que registro información de manera clara en el cuaderno de Obras es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.
H_1	La cantidad de veces que registro información de manera clara en el cuaderno de Obras no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.

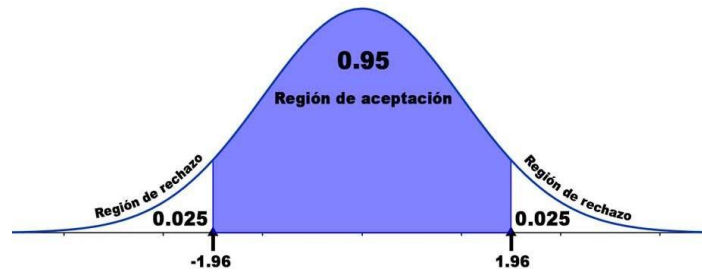
Tabla 60: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 03 aplicado a grupo de control

	Tipo de prueba	N	Medi a	Desviación estándar	Media de error estándar
P3. ¿Cuántas veces no pudo registrar la información de manera clara en el cuaderno de obras?	Preprueba	20	1,49	1,047	,092
	Posprueba	20	1,66	1,050	,092

Tabla 61: Prueba T de muestras independientes según pregunta 03 aplicado a grupo de control

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	S i g .	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
P3. ¿Cuántas veces no pudo registrar la información de manera clara en el cuaderno de obras?	,029	,864	-1,307	256	,192	-,171	,131	-,428	,086
			-1,307	255,99	,192	-,171	,131	-,428	,086

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO DE CONTROL P3



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS		PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS	
P-valor = 0.864	> $\alpha = 0.05$	P-valor = 0.192	> $\alpha = 0.05$
Interpretación: Según la Tabla 61 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de 0.864 , valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un valor mayor al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de 0.29 se sitúa dentro de la región de aceptación para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores -1.96 y 1.96 de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que existe homogeneidad o igualdad de varianzas en las muestras poblacionales del grupo de control durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el requisito de homocedasticidad para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.		Interpretación: Según la Tabla 61 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de 0.192 , valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un valor mayor al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de -1.307 se sitúa dentro de la región de aceptación para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores -1.96 y 1.96 de la Tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que no existen diferencias significativas entre las medias representativas para los resultados de la pregunta 03. Por lo tanto, se acepta la Hipotesis Nula concluyendo que la cantidad de veces que no pudo registrar la información de manera clara en el cuaderno de obras fue similar en el grupo de control, durante la etapa de preprueba y pos prueba del experimento.	

5.3.3.4. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 04

Tabla 62: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 04 aplicado a grupo de control

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H_0	La cantidad de tiempo que invirtió en la revisión de algún acontecimiento que este registrado en el cuaderno de obras es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.
H_1	La cantidad de tiempo que invirtió en la revisión de algún acontecimiento que este registrado en el cuaderno de obras no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.

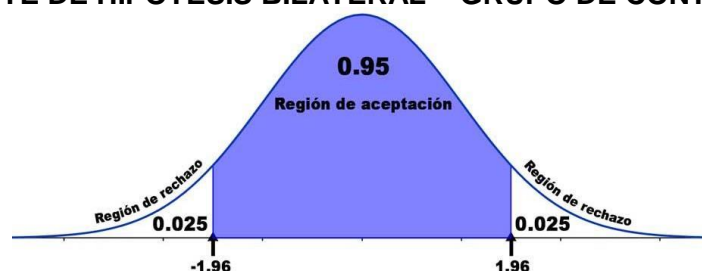
Tabla 63: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 04 aplicado a grupo de control

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
P4. ¿Cuánto fue el tiempo que invirtió en la revisión de algún acontecimiento que este registrado en el cuaderno de obras?	Preprueba	20	5,93	,782	,069
	Posprueba	20	5,99	,795	,070

Tabla 64: Prueba T de muestras independientes según pregunta 04 aplicado a grupo de control

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
P4.¿Cuánto fue el tiempo que invirtió en la revisión de algún acontecimiento que este registrado en el cuaderno de obras?	,004	,947	-,631	256	,528	-,062	,098	-,255	,131
			-,631	255,93	,528	-,062	,098	-,255	,131

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO DE CONTROL P4



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

P-valor = 0,947

> $\alpha = 0.05$

PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS

P-valor = 0.528

> $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 64 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de **0.947**, valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de **0.004** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existe homogeneidad o igualdad de varianzas** en las muestras poblacionales del grupo de control durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el **requisito de homocedasticidad** para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.

Interpretación:

Según la Tabla 64 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de **0.528**, valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de **-0.631** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **no existen diferencias significativas** entre las medias representativas para los resultados de la pregunta 04. Por lo tanto, se **acepta la Hipótesis Nula** concluyendo que la cantidad de tiempo que invirtió en la revisión de algún acontecimiento que este registrado en el cuaderno de obras fue **similar** en el grupo de control, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento.

5.3.3.5. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 05

Tabla 65: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 05 aplicado a grupo de control

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H ₀	La cantidad de errores que tuvo el consolidado del cuaderno de obras en el proceso de control y supervisión de obras de construcción es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.
H ₁	La cantidad de errores que tuvo el consolidado del cuaderno de obras en el proceso de control y supervisión de obras de construcción no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control..

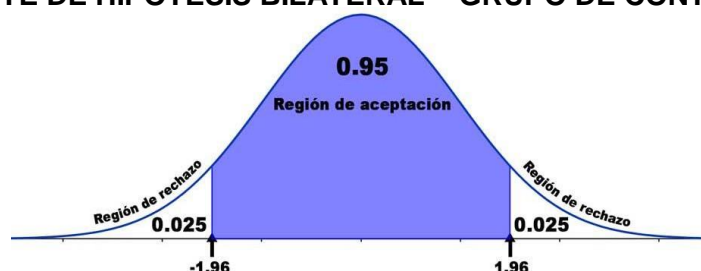
Tabla 66: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 05 aplicado a grupo de control

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
P5. ¿Cuántos errores tuvo el consolidado del cuaderno de obras en el proceso de Control y supervisión de Obras de construcción?	Preprueba	20	4,46	,500	,044
	Posprueba	20	4,42	,495	,044

Tabla 67: Prueba T de muestras independientes según pregunta 05 aplicado a grupo de control

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
P5. ¿Cuántos errores tuvo el consolidado del cuaderno de obras en el proceso de Control y supervisión de Obras de construcción?	1,434	,232	,625	256	,532	,039	,062	-,083	,161
			,625	255,97	,532	,039	,062	-,083	,161

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO DE CONTROL P5



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

P-valor = 0,232 > $\alpha = 0.05$

PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS

P-valor = 0,532 > $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 67 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de **0.232**, valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de **1.434** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existe homogeneidad o igualdad de varianzas** en las muestras poblacionales del grupo de control durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el **requisito de homocedasticidad** para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.

Interpretación:

Según la Tabla 67 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de **0.532**, valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de **0.625** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **no existen diferencias significativas** entre las medias representativas para los resultados de la pregunta 5. Por lo tanto, se **acepta la Hipótesis Nula** concluyendo que la cantidad de errores que tuvo el consolidado del cuaderno de obras en el proceso de Control y supervisión de Obras de construcción fue **similar** en el grupo de control, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento.

5.3.3.6. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 06

Tabla 68: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 06 aplicado a grupo de control

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H_0	La cantidad de dinero ahorrado por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro en el cuaderno de obra virtual es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.
H_1	La cantidad de dinero ahorrado por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro en el cuaderno de obra virtual no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.

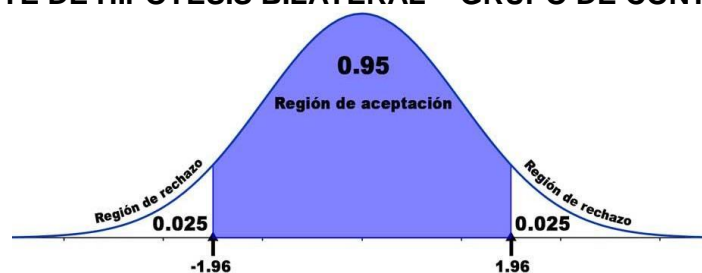
Tabla 69: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 06 aplicado a grupo de control

	Tipo de prueba	N	Medi a	Desviación estándar	Media de error estándar
P6. ¿Cantidad de dinero ahorrado por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro en el Cuaderno de Obra virtual?	Preprueba	20	3,93	,850	,075
	Posprueba	20	4,06	,855	,075

Tabla 70: Prueba T de muestras independientes según pregunta 06 aplicado a grupo de control

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar		Inferior	Superior
P6. ¿Cantidad de dinero ahorrado por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro en el Cuaderno de Obra virtual?	,014	,907	-1,242	256	,215	-,132	,106		-,341	,077
			-1,242	255,99	,215	-,132	,106		-,341	,077

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO DE CONTROL P6



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

P-valor = 0,907 > $\alpha = 0.05$

PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS

P-valor = 0,215 > $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 70 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de **0.907**, valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de **0.014** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96 y 1.96** de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existe homogeneidad o igualdad de varianzas** en las muestras poblacionales del grupo de control durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el **requisito de homocedasticidad** para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.

Interpretación:

Según la Tabla 70 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de **0.215**, valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de **-1.242** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96 y 1.96** de la tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **no existen diferencias significativas** entre las medias representativas para los resultados de la pregunta 6. Por lo tanto, se **acepta la Hipotesis Nula** concluyendo que la cantidad la cantidad de dinero ahorrado por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro en el cuaderno de obra virtual fue **similar** en el grupo de control, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento.

5.3.3.7. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 07

Tabla 71: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 07 aplicado a grupo de control

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H₀	La cantidad minutos le tomó registrar un acontecimiento de obra en el aplicativo informático Cuaderno de Obra Virtual es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.
H₁	La cantidad minutos le tomó registrar un acontecimiento de obra en el aplicativo informático Cuaderno de Obra Virtual no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.

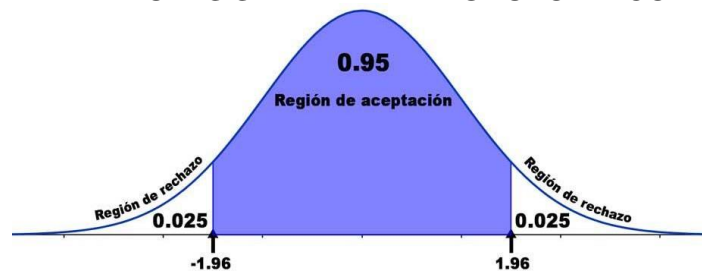
Tabla 72: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 07 aplicado a grupo de control

	Tipo de prueba	N	Medi a	Desviación estándar	Media de error estándar
P7. ¿Cuántos minutos le tomó registrar un acontecimiento de obra en el aplicativo informático Cuaderno de Obra virtual?	Preprueba	20	13,09	,833	,073
	Posprueba	20	12,98	,820	,072

Tabla 73: Prueba T de muestras independientes según pregunta 07 aplicado a grupo de control

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig. g .	t	gl	Sig. (bilate ral)	Diferen cia de medias	Diferenci a de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
P7. ¿Cuántos minutos le tomó registrar un acontecimiento de obra en el aplicativo informático Cuaderno de Obra virtual?	,681	,410	1,055	256	,293	,109	,103	-,094	,311
	,681	,410	1,055	256	,293	,109	,103	-,094	,311

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO DE CONTROL P7



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS		PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS	
P-valor = 0,410	> $\alpha = 0.05$	P-valor = 0,293	> $\alpha = 0.05$
Interpretación: Según la Tabla 73 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de 0.410 , valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un valor mayor al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de 0.681 se sitúa dentro de la región de aceptación para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores -1.96 y 1.96 de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que existe homogeneidad o igualdad de varianzas en las muestras poblacionales del grupo de control durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el requisito de homocedasticidad para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.		Interpretación: Según la Tabla 73 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de 0.293 , valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un valor mayor al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de 1.055 se sitúa dentro de la región de aceptación para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores -1.96 y 1.96 de la tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que no existen diferencias significativas entre las medias representativas para los resultados de la pregunta 7. Por lo tanto, se acepta la Hipotesis Nula concluyendo que la cantidad minutos que le tomó registrar un acontecimiento de obra en el aplicativo informático Cuaderno de Obra Virtual fue similar en el grupo de control, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento.	

5.3.3.8. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 08

Tabla 74: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 08 aplicado a grupo de control

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H_0	Cuánto dinero ahorró por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.
H_1	Cuánto dinero ahorró por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.

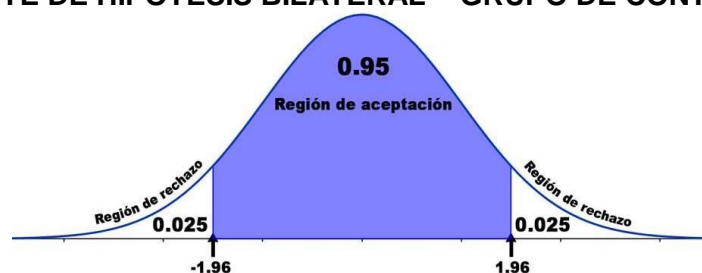
Tabla 75: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 08 aplicado a grupo de control

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
P8. ¿Cuánto dinero ahorró por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	Preprueba	20	14,78	1,186	,104
	Posprueba	20	14,53	1,132	,100

Tabla 76: Prueba T de muestras independientes según pregunta 08 aplicado a grupo de control

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia
								Inferior Superior
P8. ¿Cuánto dinero ahorró por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	,033	,856	1,719	256	,087	,248	,144	-,036 ,532
			1,719	255,45	,087	,248	,144	-,036 ,532

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO DE CONTROL P8



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS

P-valor = 0,856

> $\alpha = 0.05$

P-valor = 0,087

> $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 76 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de **0.856**, valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de **0.033** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existe homogeneidad o igualdad de varianzas** en las muestras poblacionales del grupo de control durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el **requisito de homocedasticidad** para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.

Interpretación:

Según la Tabla 76 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de **0.087**, valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de **1.719** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **no existen diferencias significativas** entre las medias representativas para los resultados de la pregunta 08. Por lo tanto, se **acepta la Hipótesis Nula** concluyendo que Cuánto dinero ahorró por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual fue **similar** en el grupo de control, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento.

5.3.3.9. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 09

Tabla 77: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 09 aplicado a grupo de control

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H ₀	La cantidad de veces que genero quejas el uso del aplicativo informativo para completar tareas de registro en el cuaderno de obras es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.
H ₁	La cantidad de veces que genero quejas el uso del aplicativo informativo para completar tareas de registro en el cuaderno de obras no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.

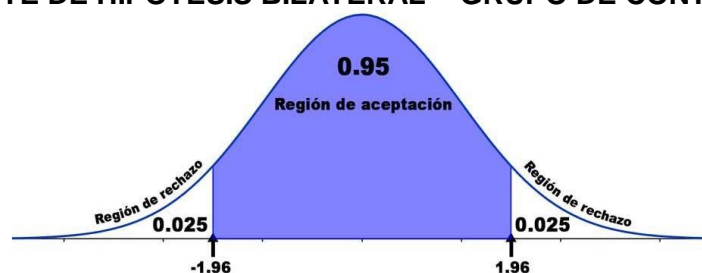
Tabla 78: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 09 aplicado a grupo de control

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
P9. ¿Cuántas quejas le generó el uso del aplicativo informático para completar tareas de registro en el cuaderno de obra?	Preprueba	20	1,65	1,101	,097
	Posprueba	20	1,52	1,083	,095

Tabla 79: Prueba T de muestras independientes según pregunta 09 aplicado a grupo de control

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
P9. ¿Cuántas quejas le generó el uso del aplicativo informático para completar tareas de registro en el cuaderno de obra?	,011	,915	,969	256	,334	,132	,136	-,136	,400
			,9	255	,334	,132	,136	-,136	,400
			69	,92					

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO DE CONTROL P9



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

P-valor = 0,915 > $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 79 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de **0.915**, valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de **0.011** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existe homogeneidad o igualdad de varianzas** en las muestras poblacionales del grupo de control durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el **requisito de homocedasticidad** para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.

PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS

P-valor = 0,334 > $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 79 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de **0.334**, valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de **0.969** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **no existen diferencias significativas** entre las medias representativas para los resultados de la pregunta 09. Por lo tanto, se **acepta la Hipótesis Nula** concluyendo que la cantidad de veces que generó quejas el uso del aplicativo informativo para completar tareas de registro en el cuaderno de obras fue **similar** en el grupo de control, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento.

5.3.3.10. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 10

Tabla 80: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 10 aplicado a grupo de control

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H_0	La cantidad de dispositivos donde pudo completar una tarea usando el aplicativo informático es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.
H_1	La cantidad de dispositivos donde pudo completar una tarea usando el aplicativo informático no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.

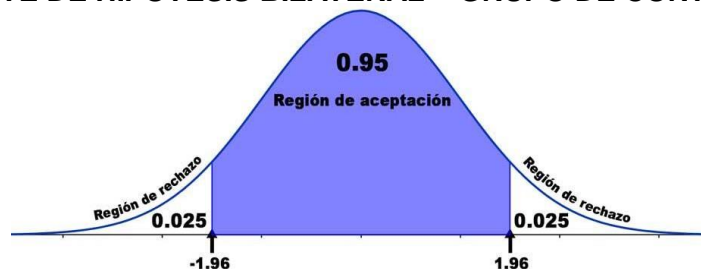
Tabla 81: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 10 aplicado a grupo de control

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
P10. ¿En cuántos dispositivos pudo completar una tarea usando el aplicativo informático?	Preprueba	20	,47	,501	,044
	Posprueba	20	,56	,499	,044

Tabla 82: Prueba T de muestras independientes según pregunta 10 aplicado a grupo de control

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
P10. ¿En cuántos dispositivos pudo completar una tarea usando el aplicativo informático?	,880	,349	-1,370	256	,172	-,085	,062	-,208	,037
			-1,370	255,99	,172	-,085	,062	-,208	,037

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO DE CONTROL P10



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS			PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS		
P-valor = 0,349	>	$\alpha = 0.05$	P-valor = 0,172	>	$\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 82 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de **0.349**, valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de **0.880** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existe homogeneidad o igualdad de varianzas** en las muestras poblacionales del grupo de control durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el **requisito de homocedasticidad** para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.

Interpretación:

Según la Tabla 82 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de **0.172**, valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$).

Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de **-1.370** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **no existen diferencias significativas** entre las medias representativas para los resultados de la pregunta 10. Por lo tanto, se **acepta la Hipótesis Nula** concluyendo que la cantidad de dispositivos donde pudo completar una tarea usando el aplicativo informático fue **similar** en el grupo de control, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento.

5.3.4 Comparación de medias en cuestionario aplicado a grupo experimental

5.3.4.1. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 01

Tabla 83: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 01 aplicado a grupo experimental

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H ₀	La cantidad de errores que experimentaron en el proceso de registro en el cuaderno de obra es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.
H ₁	La cantidad de errores que experimentaron en el proceso de registro en el cuaderno de obra no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.

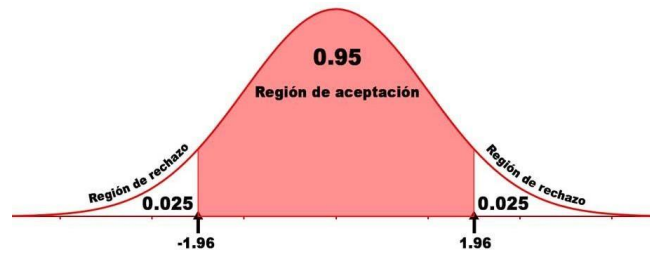
Tabla 84: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 01 aplicado a grupo experimental

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
P1. ¿Cuántos errores tuvo el registro en el cuaderno de obras?	Preprueba	20	10,02	1,381	,122
	Posprueba	20	1,56	1,274	,112

Tabla 85: Prueba T de muestras independientes según pregunta 01 aplicado a grupo experimental

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
P1. ¿Cuántos errores tuvo el registro en el cuaderno de obras?	,127	,721	51,129	256	,000	8,457	,165	8,132	8,783
			51,129	254,37	,000	8,457	,165	8,132	8,783

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO EXPERIMENTAL P1



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

P-valor = 0,721 > $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 85 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de **0.721**, valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de **0.127** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existe homogeneidad o igualdad de varianzas** en las muestras poblacionales del grupo experimental durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el **requisito de homocedasticidad** para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.

PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS

P-valor = 0,000 < $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 85 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de **0.000**, valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un **valor menor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$).

Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de **51.129** se sitúa dentro de la **región de rechazo** para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido fuera del rango de valores **-1.96** y **1.96** de tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existen diferencias significativas** entre las medias representativas para los resultados de la pregunta.

01. Por lo tanto, se **rechaza la Hipótesis Nula** concluyendo que la cantidad de errores que experimentaron en el proceso de registro en el cuaderno de obra fue **distinta** en el grupo experimental, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento

5.3.4.2. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 02

Tabla 86: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 02 aplicado a grupo experimental

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H_0	La cantidad de veces que registro información incompleta o faltante en el cuaderno de obra es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de experimental.
H_1	La cantidad de veces que registro información incompleta o faltante en el cuaderno de obra no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de experimental.

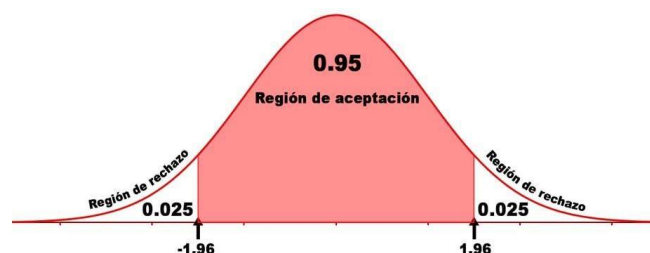
Tabla 87: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 02 aplicado a grupo experimental

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
P2. ¿Cuántas veces registro información incompleta o faltante en el Cuaderno de Obras?	Preprueba	20	13,55	1,068	,094
	Posprueba	20	1,53	1,125	,099

Tabla 88: Prueba T de muestras independientes según pregunta 02 aplicado a grupo experimental

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
P2. ¿Cuántas veces registro información incompleta o faltante en el Cuaderno de Obras?	1,042	,308	87,97	256	,000	12,016	,137	11,747	12,284
			87,97	255,29	,000	12,016	,137	11,747	12,284

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO EXPERIMENTAL P2



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

P-valor = 0,308 > $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 88 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de **0.308**, valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de **1.042** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existe homogeneidad o igualdad de varianzas** en las muestras poblacionales del grupo experimental durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el **requisito de homocedasticidad** para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.

PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS

P-valor = 0,000 < $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 88 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de **0.000**, valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un **valor menor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de **87.97** se sitúa dentro de la **región de rechazo** para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido fuera del rango de valores **-1.96** y **1.96** de tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existen diferencias significativas** entre las medias representativas para los resultados de la pregunta 04. Por lo tanto, se **rechaza la Hipotesis Nula** concluyendo que la cantidad de veces que registro información incompleta o faltante en el cuaderno de obra fue **distinta** en el grupo experimental, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento.

5.3.4.3. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 03

Tabla 89: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 03 aplicado a grupo experimental

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H ₀	La cantidad de veces que registro información de manera clara en el cuaderno de Obras es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo experimental.
H ₁	La cantidad de veces que registro información de manera clara en el cuaderno de Obras no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo experimental.

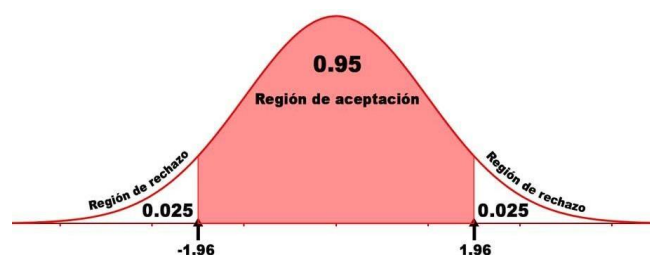
Tabla 90: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 03 aplicado a grupo experimental

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
P3. ¿Cuántas veces no pudo registrar la información de manera clara en el cuaderno de obras?	Preprueba	20	1,44	1,179	,104
	Posprueba	20	10,71	1,114	,098

Tabla 91: Prueba T de muestras independientes según pregunta 03 aplicado a grupo experimental

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
P3. ¿Cuántas veces no pudo registrar la información de manera clara en el cuaderno de obras?	1,793	,182	-64,88	256	,000	-9,264	,143	-9,545	-8,982
			-64,88	255,18	,000	-9,264	,143	-9,545	-8,982

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO EXPERIMENTAL P3



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

P-valor = 0,182 > $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 91 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de **0.182**, valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de **1.793** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existe homogeneidad o igualdad de varianzas** en las muestras poblacionales del grupo experimental durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el **requisito de homocedasticidad** para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.

PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS

P-valor = 0,000 < $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 91 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de **0.000**, valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un **valor menor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de **-64.88** se sitúa dentro de la **región de rechazo** para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido fuera del rango de valores **-1.96** y **1.96** de tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existen diferencias significativas** entre las medias representativas para los resultados de la pregunta 03. Por lo tanto, se **rechaza la Hipotesis Nula** concluyendo que la cantidad de veces que registro información de manera clara en el cuaderno de Obras fue **distinta** en el grupo experimental, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento.

5.3.4.4. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 04

Tabla 92: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 04 aplicado a grupo experimental

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H ₀	La cantidad de veces que registro información de manera clara en el cuaderno de Obras es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo experimental.
H ₁	La cantidad de veces que registro información de manera clara en el cuaderno de Obras no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo experimental.

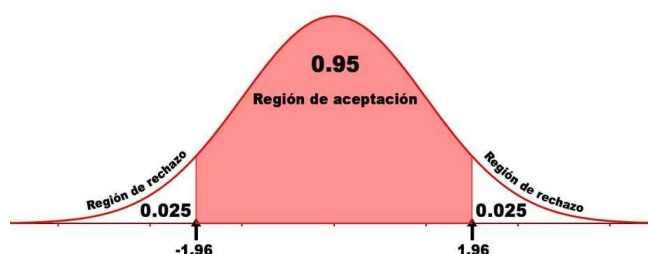
Tabla 93: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 04 aplicado a grupo experimental

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
P4. ¿Cuánto fue el tiempo que invirtió en la revisión de algún acontecimiento que este registrado en el cuaderno de obras?	Preprueba	20	6,05	,856	,075
	Posprueba	20	1,05	,823	,072

Tabla 94: Prueba T de muestras independientes según pregunta 04 aplicado a grupo experimental

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
P4. ¿Cuánto fue el tiempo que invirtió en la revisión de algún acontecimiento que este registrado en el cuaderno de obras?	,849	,358	47,76	256	,000	4,992	,105	4,786	5,198
			47,76	255,60	,000	4,992	,105	4,786	5,198

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO EXPERIMENTAL P4



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

P-valor = 0,358 > $\alpha = 0.05$

PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS

P-valor = 0,000 < $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 94 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de **0.358**, valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de **0.849** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existe homogeneidad o igualdad de varianzas** en las muestras poblacionales del grupo experimental durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el **requisito de homocedasticidad** para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.

Interpretación:

Según la Tabla 94 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de **0.000**, valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un **valor menor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de **47.76** se sitúa dentro de la **región de rechazo** para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido fuera del rango de valores **-1.96** y **1.96** de tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existen diferencias significativas** entre las medias representativas para los resultados de la pregunta 04. Por lo tanto, se **rechaza la Hipotesis Nula** concluyendo que La cantidad de veces que registro información de manera clara en el cuaderno de Obras fue **distinta** en el grupo experimental, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento.

5.3.4.5. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 05

Tabla 95: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 05 aplicado a grupo experimental

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H_0	La cantidad de errores que tuvo el consolidado del cuaderno de obras en el proceso de control y supervisión de obras de construcción es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo experimental.
H_1	La cantidad de errores que tuvo el consolidado del cuaderno de obras en el proceso de control y supervisión de obras de construcción no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo experimental.

Tabla 96: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 05 aplicado a grupo experimental

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
P5. ¿Cuántos errores tuvo el consolidado del cuaderno de obras en el proceso de Control y supervisión de Obras de construcción?	Preprueba	20	4,59	,494	,043
	Posprueba	20	,40	,492	,043

Tabla 97: Prueba T de muestras independientes según pregunta 05 aplicado a grupo experimental

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
P5. ¿Cuántos errores tuvo el consolidado del cuaderno de obras en el proceso de Control y supervisión de Obras de construcción?	,064	,801	68,16	256	,000	4,186	,061	4,065	4,307
			68,16	255,99	,000	4,186	,061	4,065	4,307

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO EXPERIMENTAL P5



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

P-valor = 0,801

> $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 97 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de **0.801**, valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de **0.064** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existe homogeneidad o igualdad de varianzas** en las muestras poblacionales del grupo experimental durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el **requisito de homocedasticidad** para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.

PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS

P-valor = 0,000

< $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 97 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de **0.000**, valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un **valor menor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$).

Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de **68.16** se sitúa dentro de la **región de rechazo** para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido fuera del rango de valores **-1.96** y **1.96** de tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existen diferencias significativas** entre las medias representativas para los resultados de la pregunta 05. Por lo tanto, se **rechaza la Hipotesis Nula** concluyendo la cantidad de errores que tuvo el consolidado del cuaderno de obras en el proceso de control y supervisión de obras de construcción fue **distinta** en el grupo experimental, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento.

5.3.4.6. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 06

Tabla 98: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 06 aplicado a grupo experimental

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H_0	La cantidad de dinero ahorrado por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro en el cuaderno de obra virtual es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo experimental.
H_1	La cantidad de dinero ahorrado por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro en el cuaderno de obra virtual no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo experimental.

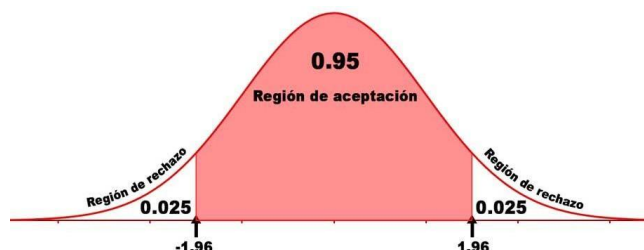
Tabla 99: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 06 aplicado a grupo experimental

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
P6. ¿Cantidad de dinero ahorrado por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro en el Cuaderno de Obra virtual?	Preprueba	20	4,02	,810	,071
	Posprueba	20	15,15	,830	,073

Tabla 100: Prueba T de muestras independientes según pregunta 06 aplicado a grupo experimental

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
P6. ¿Cantidad de dinero ahorrado por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro en el Cuaderno de Obra virtual?	1,710	,192	-109,01	256	,000	-11,132	,102	-11,333	-10,931
			-109,01	255,84	,000	-11,132	,102	-11,333	-10,931

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO EXPERIMENTAL P6



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

P-valor = 0,192 > $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 100 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de **0.192**, valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de **1.710** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96 y 1.96** de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existe homogeneidad o igualdad de varianzas** en las muestras poblacionales del grupo experimental durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el **requisito de homocedasticidad** para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.

PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS

P-valor = 0,000 < $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 100 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de **0.000**, valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un **valor menor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de **-109.01** se sitúa dentro de la **región de rechazo** para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido fuera del rango de valores **-1.96 y 1.96** de tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existen diferencias significativas** entre las medias representativas para los resultados de la pregunta 06. Por lo tanto, se **rechaza la Hipótesis Nula** concluyendo que la cantidad de dinero ahorrado por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro en el cuaderno de obra virtual fue **distinta** en el grupo experimental, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento.

5.3.4.7. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 07

Tabla 101: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 07 aplicado a grupo experimental

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H ₀	La cantidad minutos le tomó registrar un acontecimiento de obra en el aplicativo informático Cuaderno de Obra Virtual es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo experimental.
H ₁	La cantidad minutos le tomó registrar un acontecimiento de obra en el aplicativo informático Cuaderno de Obra Virtual no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo experimental.

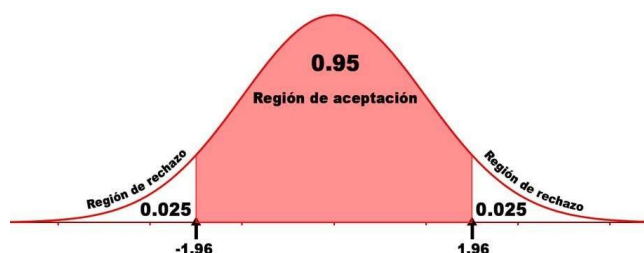
Tabla 102: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 07 aplicado a grupo experimental

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
P7. ¿Cuántos minutos le tomó registrar un acontecimiento de obra en el aplicativo informático Cuaderno de Obra virtual?	Preprueba	20	12,57	1,570	,138
	Posprueba	20	5,62	1,687	,149

Tabla 103: Prueba T de muestras independientes según pregunta 07 aplicado a grupo experimental

	Prueba de Levene de igualdad de varianza		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la	
								<u>diferencia</u>	
								Inferior	Superior
P7. ¿Cuántos minutos le tomó registrar un acontecimiento de obra en el aplicativo informático Cuaderno de Obra virtual?	1,061	,304	34,22	256	,000	6,946	,203	6,546	7,345
			34,22	254,69	,000	6,946	,203	6,546	7,345

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO EXPERIMENTAL P7



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS			PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS		
P-valor = 0,304	>	$\alpha = 0.05$	P-valor = 0,000	<	$\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 103 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de **0.304**, valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de **1.061** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96 y 1.96** de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existe homogeneidad o igualdad de varianzas** en las muestras poblacionales del grupo experimental durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el **requisito de homocedasticidad** para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.

Interpretación:

Según la Tabla 103 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de **0.000**, valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un **valor menor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$).

Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de **34.22** se sitúa dentro de la **región de rechazo** para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido fuera del rango de valores **-1.96 y 1.96** de tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existen diferencias significativas** entre las medias representativas para los resultados de la pregunta 07.

Por lo tanto, se **rechaza la Hipótesis Nula** concluyendo que La cantidad minutos le tomó registrar un acontecimiento de obra en el aplicativo informático Cuaderno de Obra Virtual fue **distinta** en el grupo experimental, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento.

5.3.4.8. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 08

Tabla 104: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 08 aplicado a grupo experimental

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H_0	Cuánto dinero ahorró por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo experimental.
H_1	Cuánto dinero ahorró por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo experimental.

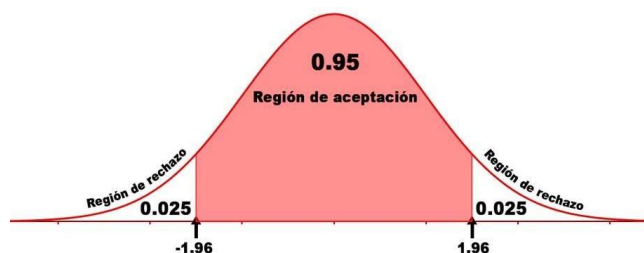
Tabla 105: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 08 aplicado a grupo experimental

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
P8. ¿Cuánto dinero ahorró por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	Preprueba	20	15,51	,502	,044
	Posprueba	20	2,44	,544	,048

Tabla 106: Prueba T de muestras independientes según pregunta 08 aplicado a grupo experimental

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
P8. ¿Cuánto dinero ahorró por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?	,459	,499	200,66	256	,000	13,070	,065	12,942	13,198
			200,66	254,38	,000	13,070	,065	12,942	13,198

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO EXPERIMENTAL P8



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS

P-valor = 0,499	>	$\alpha = 0.05$	P-valor = 0,000	<	$\alpha = 0.05$
Interpretación: Según la Tabla 106 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de 0.499 , valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un valor mayor al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de 0.459 se sitúa dentro de la región de aceptación para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores -1.96 y 1.96 de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que existe homogeneidad o igualdad de varianzas en las muestras poblacionales del grupo experimental durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el requisito de homocedasticidad para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.			Interpretación: Según la Tabla 106 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de 0.000 , valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un valor menor al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de 200.66 se sitúa dentro de la región de rechazo para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido fuera del rango de valores -1.96 y 1.96 de tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que existen diferencias significativas entre las medias representativas para los resultados de la pregunta 08. Por lo tanto, se rechaza la Hipótesis Nula concluyendo que cuánto dinero ahorró por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual fue distinto en el grupo experimental, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento.		

5.3.4.9. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 09

Tabla 107: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 09 aplicado a grupo experimental

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H₀	La cantidad de veces que genero quejas el uso del aplicativo informativo para completar tareas de registro en el cuaderno de obras es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo experimental.
H₁	La cantidad de veces que genero quejas el uso del aplicativo informativo para completar tareas de registro en el cuaderno de obras no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo experimental.

Tabla 108: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 09 aplicado a grupo experimental

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
P9. ¿Cuántas quejas le generó el uso del aplicativo informático para completar tareas de registro en el cuaderno de obra?	Preprueba	20	1,51	1,119	,099
	Posprueba	20	10,35	1,130	,099

Tabla 109: Prueba T de muestras independientes según pregunta 09 aplicado a grupo experimental

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
P9. ¿Cuántas quejas le generó el uso del aplicativo informático para completar tareas de registro en el cuaderno de obra?	,001	,982	-63,13	256	,000	-8,837	,140	-9,113	-8,562
			-63,13	255,97	,000	-8,837	,140	-9,113	-8,562

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO EXPERIMENTAL P9



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS			PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS		
P-valor = 0,982	>	$\alpha = 0.05$	P-valor = 0,000	<	$\alpha = 0.05$
Interpretación: Según la Tabla 109 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de 0.982 , valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un valor mayor al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de 0.001 se sitúa dentro de la región de aceptación para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores -1.96 y 1.96 de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que existe homogeneidad o igualdad de varianzas en las muestras poblacionales del grupo experimental durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el requisito de homocedasticidad para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.			Interpretación: Según la Tabla 109 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de 0.000 , valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un valor menor al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de -63.13 se sitúa dentro de la región de rechazo para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido fuera del rango de valores -1.96 y 1.96 de tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que existen diferencias significativas entre las medias representativas para los resultados de la pregunta 09. Por lo tanto, se rechaza la Hipótesis Nula concluyendo la cantidad de veces que genero quejas el uso del aplicativo informativo para completar tareas de registro en el cuaderno de obras fue distinta en el grupo experimental, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento.		

5.3.4.10. Prueba T de muestras independientes aplicado a pregunta 10

Tabla 110: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a pregunta 10 aplicado a grupo experimental

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H ₀	La cantidad de dispositivos donde pudo completar una tarea usando el aplicativo informático es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo experimental.
H ₁	La cantidad de dispositivos donde pudo completar una tarea usando el aplicativo informático no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo experimental.

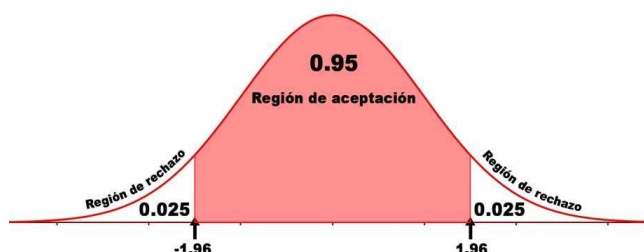
Tabla 111: Resumen estadístico correspondiente a pregunta 10 aplicado a grupo experimental

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
P10. ¿En cuántos dispositivos pudo completar una tarea usando el aplicativo informático?	Preprueba	20	,54	,500	,044
	Posprueba	20	3,58	,495	,044

Tabla 112: Prueba T de muestras independientes según pregunta 10 aplicado a grupo experimental

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
P10. ¿En cuántos dispositivos pudo completar una tarea usando el aplicativo informático?	1,434	,232	-49,03	256	,000	-3,039	,062	-3,161	-2,917
			-49,03	255,97	,000	-3,039	,062	-3,161	-2,917

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO EXPERIMENTAL P10



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

P-valor = 0,232 > $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 112 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de **0.232**, valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de **1.434** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existe homogeneidad o igualdad de varianzas** en las muestras poblacionales del grupo experimental durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el **requisito de homocedasticidad** para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.

PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS

P-valor = 0,000 < $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 112 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de **0.000**, valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un **valor menor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de **-49.03** se sitúa dentro de la **región de rechazo** para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido fuera del rango de valores **-1.96** y **1.96** de tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existen diferencias significativas** entre las medias representativas para los resultados de la pregunta 10. Por lo tanto, se **rechaza la Hipotesis Nula** concluyendo que la cantidad de dispositivos donde pudo completar una tarea usando el aplicativo informático fue **distinta** en el grupo experimental, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento.

5.4. Contraste y validación de la hipótesis estadística

5.4.1. Prueba T para muestras independientes aplicado a grupo de control

5.4.1.1. Promedio de efectividad del proceso de registro

Tabla 113: Formulación de la hipótesis estadística a preguntas del 01 al 05 aplicado a grupo de control

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H_0	El promedio de efectividad del proceso de registro en el cuaderno de Obra es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.
H_1	El promedio de efectividad del proceso de registro en el cuaderno de Obra no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.

Tabla 114: Resumen estadístico correspondiente a preguntas del 01 al 05 aplicado a grupo de control

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Promedio de efectividad del proceso de registro en el CO.	Preprueba	20	9,5566	,35965	,03167
	Posprueba	20	9,5426	,34771	,03061

Tabla 115: Prueba T de muestras independientes según preguntas del 01 al 05 aplicado a grupo de control

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	g	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
Promedio de efectividad del proceso de registro en el CO	,768	,382	,317	256	,752	,01395	,04404	-,07278	,10069
			-317	255,70	,752	,01395	,04404	-,07278	,10069

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO DE CONTROL P1 / P05



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

P-valor = 0,382

> $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la tabla 115 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de 0.382, valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de **0.768** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la Tabla

PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS

P-valor = 0,752

> $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 115 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de **0.752**, valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de **0.317** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la tabla de distribución T.

T.

De acuerdo a esto se puede afirmar que **existe homogeneidad o igualdad de varianzas** en las muestras poblacionales del grupo de control durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el **requisito de homocedasticidad** para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.

De acuerdo a esto se puede afirmar que **no existen diferencias significativas** entre las medias representativas para los resultados del promedio de efectividad. Por lo tanto, se **acepta la Hipotesis Nula** concluyendo que el promedio de efectividad del proceso de registro en el cuaderno de Obra fue **similar** en el grupo de control, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento.

5.4.1.2. Promedio de calidad de uso del aplicativo informático

Tabla 116: Formulación de la hipótesis estadística a preguntas del 06 al 10 aplicado a grupo de control

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H_0	El promedio de calidad de uso del aplicativo informático es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.
H_1	El promedio de calidad de uso del aplicativo informático no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo de control.

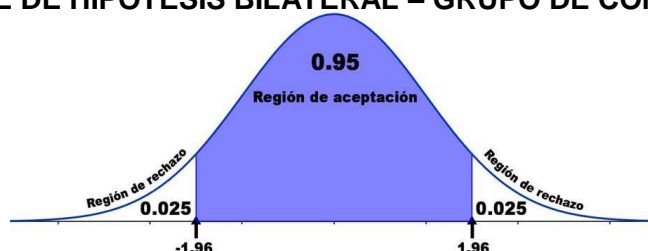
Tabla 117: Resumen estadístico correspondiente a preguntas del 01 al 05 aplicado a grupo de control

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Promedio de calidad de uso del aplicativo informático.	Preprueba	20	3,8769	,28037	,02469
	Posprueba	20	3,8421	,25556	,02250

Tabla 118: Prueba T de muestras independientes según preguntas del 06 al 10 aplicado a grupo de control

	Prueba de Levene de igualdad de varianza		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	g	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Promedio de calidad de uso del aplicativo informático.	1,921	,167	1,044	256	,297	,03488	,03340	-,03089	,10066
			1,044	253,83	,297	,03488	,03340	-,03090	,10066

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO DE CONTROL P06 / P10



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

P-valor = 0,167 > $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la tabla 118 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de **0.167**, valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un **valor mayor** al nivel de significación

PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS

P-valor = 0,297 > $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 118 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de **0.297**, valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista (α)

prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de **1.921** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la Tabla T.

De acuerdo a esto se puede afirmar que **existe homogeneidad o igualdad de varianzas** en las muestras poblacionales del grupo de control durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el **requisito de homocedasticidad** para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.

= 0.05).

Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de **1.044** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la tabla de distribución T.

De acuerdo a esto se puede afirmar que **no existen diferencias significativas** entre las medias representativas para los resultados del promedio de efectividad. Por lo tanto, se **acepta la Hipótesis Nula** concluyendo que el promedio calidad de uso del aplicativo informático fue **similar** en el grupo de control, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento.

5.4.2. Prueba T para muestras independientes aplicado a grupo experimental

5.4.2.1 Promedio de efectividad del proceso de registro

Tabla 119: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a preguntas del 01 al 05 aplicado grupo experimental

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H ₀	El promedio de efectividad del proceso de registro en el cuaderno de Obra es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo experimental.
H ₁	El promedio de efectividad del proceso de registro en el cuaderno de Obra no es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo experimental.

Tabla 120: Resumen estadístico correspondiente a preguntas del 01 al 05 aplicado a grupo experimental

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Promedio de efectividad del proceso de registro en el CO	Preprueba	20	9,9186	,36610	,03223
	Posprueba	20	4,8760	,36674	,03229

Tabla 121: Prueba T de muestras independientes según preguntas del 01 al 05 aplicado a grupo experimental

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Promedio de efectividad del proceso de registro en el CO	,002	,963	110,52	256	,000	5,04264	,04562	4,95279	5,13248
			110,52	255,99	,000	5,04264	,04562	4,95279	5,13248

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO EXPERIMENTAL P1 / P05



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

P-valor = 0,963

> $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 121 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de **0.963**, valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de **0.002** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la Tabla T.

De acuerdo a esto se puede afirmar que **existe homogeneidad o igualdad de varianzas** en las muestras poblacionales del grupo experimental durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el **requisito de homocedasticidad** para la ejecución de la prueba T para muestras independientes.

PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS

P-valor = 0,000

< $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 121 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de **0.000**, valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un **valor menor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$).

Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de **110.52** se sitúa dentro de la **región de rechazo** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido fuera del rango de valores **-1.96** y **1.96** de la tabla de distribución T.

De acuerdo a esto se puede afirmar que **existen diferencias significativas** entre las medias representativas para los resultados del promedio de efectividad. Por lo tanto, se **rechaza la Hipótesis Nula** concluyendo que el promedio de efectividad del proceso de registro en el CO fue **distinto** en el grupo experimental, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento.

5.4.2.2 Promedio de calidad de uso del aplicativo informatico

Tabla 122: Formulación de la hipótesis estadística correspondiente a preguntas del 06 al 10 aplicado grupo experimental

Tipo	Formulación de la hipótesis estadística
H ₀	El promedio de calidad de uso del aplicativo informático es similar en la etapa de preprueba y posprueba del grupo experimental.
H ₁	El promedio de calidad de uso del aplicativo informático no es similar en etapa de preprueba y posprueba del grupo experimental.

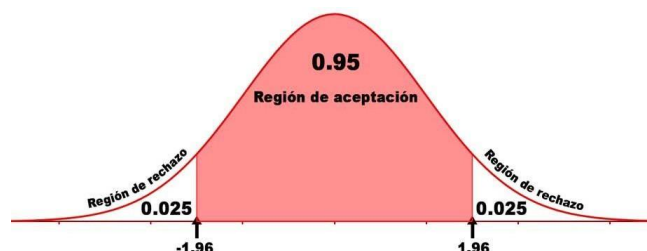
Tabla 123: Resumen estadístico correspondiente a preguntas del 06 al 10 aplicado a grupo experimental

	Tipo de prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Promedio de calidad de uso del aplicativo informático	Preprueba	20	3,8508	,30462	,02682
	Posprueba	20	4,8450	,31202	,02747

Tabla 124: Prueba T de muestras independientes según preguntas del 06 al 10 aplicado a grupo experimental

	Prueba de Levene de igualdad de varianza		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Promedio de calidad de uso del aplicativo informático	,076	,782	-25,89	256	,000	-,99419	,03839	-1,06979	-,91858
			-25,89	255,85	,000	-,99419	,03839	-1,06979	-,91858

CONTRASTE DE HIPÓTESIS BILATERAL – GRUPO EXPERIMENTAL P6 / P10



HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

P-valor = 0,782 > $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 124 el resultado del p-valor para la prueba de homogeneidad de varianzas fue de **0.782**, valor obtenido de la prueba de Levene y que representa un **valor mayor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico de Levene que fue de **0.076** se sitúa dentro de la **región de aceptación** para el contraste de hipótesis bilateral representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido en el rango de valores **-1.96** y **1.96** de la Tabla T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existe homogeneidad o igualdad de varianzas** en las muestras poblacionales del grupo experimental durante la etapa de pre prueba y pos prueba. Por lo tanto, se cumple con el **requisito de homocedasticidad** para la ejecución de la prueba T para muestras independientes

PRUEBA T PARA IGUALDAD DE MEDIAS

P-valor = 0,000 < $\alpha = 0.05$

Interpretación:

Según la Tabla 124 el resultado del p-valor para la prueba de comparación de medias fue de **0.000**, valor obtenido de la prueba T para muestras independientes y que representa un **valor menor** al nivel de significación prevista ($\alpha = 0.05$).

Asimismo, se puede apreciar que el valor estadístico T que fue de **-25.89** se sitúa dentro de la **región de rechazo** para el contraste bilateral de hipótesis representado en el gráfico adjunto; es decir, se encuentra comprendido fuera del rango de valores **-1.96** y **1.96** de tabla de distribución T. De acuerdo a esto se puede afirmar que **existen diferencias significativas** entre las medias representativas para los resultados del promedio de efectividad. Por lo tanto, se **rechaza la Hipótesis Nula** concluyendo que el promedio de calidad de uso del aplicativo informático fue **distinto** en el grupo experimental, durante la etapa de pre prueba y pos prueba del experimento

5.5 Discusión de resultados

El análisis y la interpretación de los resultados obtenidos del procesamiento estadístico y el sustento teórico en el que se basa la presente investigación, permiten dar respuesta a la pregunta de investigación y validar la hipótesis propuesta. Como se propuso en la hipótesis general de investigación, los resultados evidencian que el uso de un sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android, produce como efecto la efectividad en las actividades de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque para el año 2017.

El análisis de los resultados de la aplicación de la pre prueba evidencian que el nivel de efectividad de las actividades en el proceso de Control y supervision de obras de Contruccion (variable dependiente) tuvo una media aritmética similar en el grupo de control, y en el grupo experimental. Y es que, la ejecución de la prueba T Student para muestras independientes demostró que no existen diferencias significativas en la media aritmética de ambos grupos; por ello, se aceptó la Hipótesis Nula para la etapa de pre prueba del experimento; es decir, la efectividad de las actividades en el proceso de control y supervision de obras de Contruccion fue similar entre los grupos de control y experimental. Dichos resultados, en cierta medida confirman la situación problemática que dio origen a la presente investigación; por lo que, se corrobora la presencia de errores durante registro de acontecimiento en el cuaderno de obras, consolidado de hechos de la obras con informacion faltante o incompleta, demora en el reporte de consolidados de la obras, etc.

Sin embargo, el análisis de los resultados obtenidos luego del uso de un sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android (variable independiente), en la etapa de pos prueba, demostró que se pudo alcanzar la efectividad del proceso de Control y supervision de obras de construccion del grupo experimental; y es que, fue el grupo que interactuó directamente con el estímulo experimental. Por otra parte, los resultados del grupo de control fueron similares a los obtenidos durante la etapa de pre prueba; demostrando con la ejecución de la prueba T Student para muestras independientes, que existen diferencias significativas entre la media aritmética de ambos grupos; por lo tanto, se rechazó la Hipótesis Nula para la etapa de pos prueba del experimento; es decir, el promedio de efectividad del proceso de control y supervision de obras de contruccion fue superior en el grupo experimental, acreditando de esta manera que existe estrecha relación entre las variables; y que

la presencia e intervención del estímulo experimental (variable independiente) influye directamente sobre la efectividad de las actividades del proceso de Control y Supervisión (variable dependiente), evidenciando de esta manera la importancia del uso de un sistema de información.

Dichos resultados dan testimonio de la superación de la poca efectividad del proceso de Control y supervisión identificada durante la etapa previa del experimento, y que respaldan los sustentos teóricos de la presente investigación en lo referente a la influencia que tiene los sistemas de información sobre la efectividad de los procesos de control y supervisión de obras, en instituciones públicas. De hecho, los resultados alcanzados por la implementación de un sistema de información en el grupo experimental.

Por otra parte, la evidencia de la estrecha relación e influencia de las dimensiones constituyentes de la variable independiente (aplicaciones móviles y correo electrónico), sobre las dimensiones constituyentes de la variable dependiente (Control y Supervisión de obras) evidenciados en los resultados del presente estudio.

Por otra parte, los resultados obtenidos del grupo experimental en la etapa de posprueba del presente estudio, certificaron la presencia empírica de las dimensiones de la efectividad en las actividades del proceso de control y supervisión; es decir, la eficiencia de la actividad de registro de acontecimiento fue realizado en el menor tiempo posible, y con mínima inversión de dinero por parte de los ingenieros; asimismo, la eficacia de la publicación de consolidados quedó evidenciado cuando se efectuó de acuerdo a lo planificado, y sin retrasos. Dichas evidencias también fueron percibidas por Ramos Méndez & Tumbaco Reyes (2010), quienes en los resultados de su investigación sobre la implementación de un sistema informático de reclutamiento de personal y contrato a docentes; pudieron determinar en su etapa de pruebas que el aplicativo informático permite agilizar la rutinas diarias del manejo de información y el control de reportes sobre las actividades de reclutamiento, permitiendo de esa manera mejorar la eficiencia y eficacia de dicho proceso en la unidad de Recursos Humanos; ello, estadísticamente fue evidenciado por los resultados obtenidos del instrumento en la etapa experimental donde el 100% de la totalidad de empleados de la unidad, expresaron su conformidad en la aplicación y permanencia del sistema de información. Por ello, los autores afirman

que existen diferencias significativas en los resultados luego de la implementación del aplicativo informático para diferentes procesos.

Finalmente, se puede concluir que el diseño experimental seleccionado y aplicado para el presente estudio, demostró bajo sustento científico y empírico la validez de las hipótesis planteadas; y por lo tanto, que dieron respuesta a las preguntas de investigación. Por ello, el presente informe de investigación cumplió con los objetivos previstos al inicio del estudio, y avala la justificación de su ejecución y difusión.

CONCLUSIONES

- 1 El promedio de efectividad en el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque, a partir de la prueba t Student para muestras independientes, demuestra que no es significativa en la etapa de pre prueba para el grupo de control y el grupo experimental; lo cual, reafirma la situación problemática que dio origen a la presente investigación.
- 2 La presencia del estímulo experimental (sistema de información) en la etapa de pos prueba aplicado al grupo experimental, permite comprobar a partir de la prueba T Student para muestras independientes, que el uso de un sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android, produce como efecto un promedio mayor de efectividad en las actividades de control y supervisión de obras de construcción en la Región Lambayeque.
- 3 La ausencia del estímulo experimental (sistema de información) en la etapa de pos prueba para el grupo de control, evidencia a partir de la prueba T Student para muestras independientes, que los resultados son similares a la etapa de pre prueba en relación al promedio de efectividad del proceso de control y supervisión; por lo cual, se infiere que, si no se toman medidas correctivas al respecto, la situación problemática no presentara cambios.
- 4 Las métricas para la medición de la efectividad del proceso de control y supervisión de obras, fue elaborado tomando como referencia el manual de planificación estratégica e indicadores de desempeño en el sector público, publicado por la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe); y las métricas genéricas sugeridas por reconocidos autores de la materia, como Idalberto Chiavenato, Enrique B. Franklin, Gary Dessler y Carlos Alberto Mejía. Por lo que dichos sustentos teóricos, contribuyeron con el procesamiento estadístico que permitió validar la hipótesis de investigación.
- 5 Las métricas para la medición del sistema de información aplicado como estímulo experimental, fue elaborado tomando en cuenta el estándar internacional ISO/IEC TR 9126- 4 y la ISO/IEC 25022 SQuaRE, que proponen modelos de medición de calidad de uso para sistemas informáticos y productos

basados en software. Dichos estándares permitieron garantizar el desarrollo de un sistema de información, con calidad de uso desde la vista del usuario; contribuyendo a evidenciar la influencia que tiene la variable independiente sobre la efectividad del proceso de control y supervisión de obras (variable dependiente), en beneficio de la Región Lambayeque.

RECOMENDACIONES

- 1 Se recomienda en el corto plazo la integración del sistema de información basado en la web 2.0 y tecnologías Android, en las actividades de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque. Toda vez, que se demostró que garantiza la efectividad del proceso y que entrega una interacción eficaz y eficiente con el proceso
- 2 Capacitación a los usuarios del sistema de información basado en la web 2.0 y tecnología Android para disminuir los errores y mejorar el correcto uso de esta herramienta en el proceso de control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque.
- 3 Se sugiere realizar estudios de ampliación de la investigación en el ámbito del proceso de control y supervisión; toda la vez que el presente estudio enfatizo los esfuerzos en garantizar la efectividad de las actividades control y supervisión de obras de construcción en la región Lambayeque
- 4 Asimismo, la disponibilidad y funcionalidad del sistema de información en su versión de aplicación móvil, solo está presente para la plataforma Android; por lo tanto, se recomienda ampliar la compatibilidad del sistema para las plataformas móviles iOS.
- 5 La permanente publicación de normas y dispositivos legales para la supervisión de obras en el sector de construcción en el Perú; demanda la adaptación y actualización del sistema de información; por lo tanto, se recomienda el mantenimiento permanente y oportuno del producto; ello fue considerado en el estudio al estar desarrollado usando metodologías de desarrollo ágil.
- 6 La región Lambayeque, debe velar por el cumplimiento de los dispositivos y políticas de estado que formula la ONGEI (Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática); por ello, se recomienda adecuar progresivamente sus diferentes procesos de gestión a los lineamientos que enmarca la

agenda digital peruana 2.0; enfatizando el desarrollo e implementación de sistemas de información que aseguren su efectividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bahit, E. (2012). *Scrum & Extreme Programming, para programadores*. (Primera ed.).
Buenos Aires, Argentina.
- Benjamín Franklin, E. (2007). *Auditoría Administrativa. Gestión estratégica del cambio*.
(Segunda ed.). México, México: Pearson.
- Bernal Torres, C., Correa Pérez, A., Pineda Ramírez, M., Lemus Hernández, F., Fonseca Yerena, M., & Muñoz Razo, C. (2014). *Fundamentos de Investigación*. (Primera ed.). México, México: Pearson.
- Bolaños Vega, R., & Mora Jiménez, M. (2012). *Acceso y uso de las TIC en la administración pública, las empresas y los hogares*. Programa Sociedad de la Información y Conocimiento, Costa Rica.
- Caballero Romero, J. R. (2015). *Desarrollo de un sistema informático de selección de personal para la empresa pública CELEC ENERNORTE utilizando herramientas de cuarta generación*. Universidad Tecnológica Israel, Ecuador.
- Carballeiro, G. (2012). *Diseño Web con HTML y CSS. Creación de sitios atractivos y profesionales*. (Primera ed.). Buenos Aires, Argentina: Fox Andina.
- Centro de Estudios de Justicia de las Américas y Microsoft. (2010). *Perspectivas de uso e impacto de las TIC en la Administración de Justicia en América Latina*. Obtenido de cejamericas: www.cejamericas.org
- CEPAL. (2011). *Planificación estratégica e indicadores de desempeño en el sector público*. Santiago de Chile: ONU.
- Chiavenato, I. (2009). *Gesitón del Talento Humano* (Tercera ed.). México, México: McGrawHill.
- Chiavenato, I. (2011). *Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones*. (Novena ed.). México, México: McGrawHill.
- Chicaiza Argudo, E. J., & Indacochea Chancay, Y. L. (2015). *Diseño de un sistema para el reclutamiento del talento humano de la empresa Industria Hinojoza*. Universidad Laica Vicente Rocafuerte, Guayaquil - Ecuador.
- Chicaiza Argudo, E. J., & Indacochea Chancay, Y. L. (2015). *Diseño de un sistema*

para el reclutamiento del talento humano de la empresa Industria Hinojoza. Guayaquil, Ecuador.

Córdova Zamora, M. (2003). *Estadística Descriptiva e Inferencial* (Quinta ed.). Lima, Perú: MOSHERA S.R.L.

Decreto Supremo N° 001-2011-ED. (13 de Enero de 2011). Establecen normas para la contratación de personal docente en Instituciones Públicas de Educación Básica y Técnico Productivo. Lima, Perú.

Deemer, P., Benefield, G., Larman, C., & Vodde, B. (2012). *Scrum Primer*. (Second ed.). EE.UU: InfoQ.

Deitel, P., Deitel, H., & Deitel, A. (2014). *Internet & World Wide Web. Cómo programar* (Quinta ed.). México, México: Pearson.

Dessler, G. (2009). *Administración de recursos humanos* (Décimoprimer ed.). México, México: Pearson.

Dirección Nacional del Servicio Civil - DNSC. (2006). *Diagnóstico de las Unidades de Recursos Humanos de los Servicios Públicos*. Sub Dirección de Desarrollo las Personas, Chile.

F. Drucker, P. (2002). *La gerencia efectiva. Tareas económicas y decisiones arriesgadas*. (Décima ed.). España, España: Sudamericana.

G. Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación - Introducción a la metodología científica* (Sexta ed.). Caracas, Venezuela: EPISTEME C.A.

Google Inc. (2015). *Gmail*. Obtenido de Google: <https://www.google.com/intl/es/mail/help/mobile.html>

Gorgas García, J., Cardiel López, N., & Zamorano Calvo, J. (2009). *Estadística Básica para estudiantes de ciencias* (Primera ed.). Madrid, España: UCM.

Guia Local. (2013). *Guia Local*. Obtenido de Mapa de Colonización Mobile de Latinoamérica.:<http://guialocal.com.pe/lp/informe/colonizacion-mobile-latinoamerica-2013.html>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México D.F, México: McGrawHill.

- Herrera Alarcón, E. (2013). *Utilización de las herramientas de comunicación Web 2.0, como apoyo en el proceso de reclutamiento y selección de talento humano*. Escuela Politécnica del Ejército, Quito - Ecuador.
- ISO. (2001). *ISO/IEC 9126-1 Software engineering - Product quality. Part 1: Quality model* (First ed.). Ginebra, Suiza: ISO/IEC.
- ISO. (2004). *ISO/IEC TR 9126-4 Software engineering - Product quality. Part 4: Quality in use metrics*. (First ed.). Ginebra: ISO/IEC.
- ISO. (2008). *ISO/IEC 12207 Systems and software engineering - Software life cycle processes*. (Second ed.). Ginebra, Suiza: ISO/IEC.
- ISO. (2011). *ISO/IEC 25010 Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models*. (First ed.). Ginebra, Suiza: ISO/IEC.
- ISO. (2012). *ISO/IEC 25022 Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of quality in use*. (First ed.). Ginebra: ISO/IEC.
- ISO. (2014). *ISO/IEC 25000 Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Guide to SQuaRE*. (Second ed.). Ginebra, Suiza: ISO/IEC.
- J, M., P, R., & G, W. (1977). *Factors in Software Quality* (Primera ed.). Springfield, EE.UU: National Technical Information Service.
- Jiménez Meza, K., & Montt Tapia, P. (2014). *Efectividad de los sitios de redes sociales como fuente de atracción en el proceso de reclutamiento*. Universidad de Chile, Santiago - Chile.
- López Montalbán, I., & Castro Vázquez, M. d. (2014). *Gestión de Base de Datos*. (Segunda ed.). Madrid, España: IBERGARCETA PUBLICACIONES S.L.
- Luna, F. (2014). *Desarrollo web para dispositivos móviles. Herramientas para diseñar y programar webpapps*. (Primera ed.). Buenos Aires, Argentina: Fox Andina.
- Martínez Bercandino, C. (2011). *Estadística Básica Aplicada* (Cuarta ed.). Bogotá, Colombia: ECOE.
- Martínez Quintero, M. (09 de 05 de 2014). Los indicadores de gestión humana y su rol en la productividad organizacional. Cálí, Colombia.

- Medina S., O. (08 de Enero de 2014). Convocan a concurso antes de reportar plazas docentes. *Diario Correo Huancayo*.
- Mejía C, C. (2014). Indicadores de efectividad y eficacia. *Documentos Planning*, 04.
- Microsoft Corporation. (2015). *Outlook*. Obtenido de Microsoft: <http://www.microsoft.com/es-xl/outlook-com/>
- MINEDU. (10 de Febrero de 2014). *Dirección General de Desarrollo Docente*. Obtenido de <http://desarrollodocente.perueduca.pe/contratacion-docente-2014>
- MINEDU. (15 de 01 de 2016). *Evaluación Docente*. Obtenido de <http://evaluaciondocente.perueduca.pe/nombramiento-contratacion/>
- Minera, F. (2007). *Desarrollo PHP + MySQL. Potencie sus sitios con el poder de ambas herramientas*. (Primera ed.). Banfield, Argentina: Fox Andina.
- Minera, F. (2010). *PHP 6. Sitios dinámicos con el lenguaje más robusto*. (Primera ed.). Banfield, Argentina: Fox Andina.
- Mondy, R. (2010). *Administración de recursos humanos* (Décimoprimera ed.). México, México: Pearson.
- Mora García, L. (2012). *Gestión Logística Integral. Las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento*. (Primera ed.). Bogotá, Colombia: ECOE.
- Muñoz Razo, C. (2011). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis*. (Segunda ed.). Naucalpan de Juárez, México: Pearson.
- ONGEI. (2011). *Guía para elaborar la formulación y evaluación del plan informático de las entidades de la administración pública*. Lima, Perú: ONGEI.
- Palacio, J. (2007). *Flexibilidad con Scrum. Principios de diseño e implantación de campos de Scrum*. (Primera ed.). Zaragoza, España: Lubaris.
- Palacio, J. (2008). *ScrumManager: Gestión de proyectos*. (Primera ed.). Zaragoza, España: Lubaris.
- Palacios Plaza, J. (2008). *Medición del impacto y la rentabilidad de la formación. Cómo llegar al ROI de la formación*. (Primera ed.). Madrid, España: Díaz de Santos.

- Pardo Merino, A., & Ruiz Díaz, M. Á. (2005). *Análisis de datos con SPSS 13 Base* (Primera ed.). Madrid, España: McGrawHill.
- Pavan, B., Velasco, J. J., Jiménez, F., Gonzalo, M., & Acevedo, I. (2012). *Las mejores prácticas en redes sociales para empresas: guía y casos de éxito*. (Primera ed.). Madrid, España: Hipertextual S.L.
- Prieto Blázquez, J., Ramírez Vique, R., Morillo Pozo, J., & Domingo Prieto, M. (2011). *Tecnología y desarrollo en dispositivos móviles*. (Primera ed.). Barcelona, España: Eureka Media S.L.
- R. Covey, S. (2005). *El 8° Hábito. De la efectividad a la grandeza*. (Primera ed.). España, España: Paidós.
- Ramos Méndez, H., & Tumbaco Reyes, A. (2010). *Implementación de un sistema informático de reclutamiento de personal, contrato a docentes y cálculo de roles de pago para la Universidad Estatal Península de Santa Elena*. Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad - Ecuador.
- Resolución Jefatural N°5211-2013-ED. (31 de Octubre de 2013). Normas y procedimientos para el concurso público de contratación de docentes en instituciones educativas y programas educativos públicos de educación básica y técnico productiva para el periodo lectivo 2014. Lima, Perú.
- Resolución Ministerial N° 023-2015-MINEDU. (13 de Enero de 2015). Normas que regulan la contratación de profesores en las instituciones educativas públicas de educación básica y técnico productiva en el año 2015. Lima, Perú.
- Reyes Lucero, N. (2014). *Diseño e implementación de un sistema para la selección y reclutamiento de personal basado en gestión por competencias*. Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad - Ecuador.
- S. Pressman, R. (2010). *Ingeniería del software. Un enfoque práctico*. (Séptima ed.). México: McGraw-Hill.
- Sánchez Carlessi, H., & Reyes Meza, C. (2006). *Metodología y Diseños en la Investigación Científica* (Tercera ed.). Lima, Perú: Visión Universitaria.
- Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de Software* (Novena ed.). México: Pearson.
- Sutherland, J., & Schwaber, K. (2013). *La guía definitiva de Scrum: Las reglas del juego*. Boston, EE.UU: ScrumGuides.

- T&R Consultores. (2009). *Informe Final del Servicio de elaboración de estudio de buenas prácticas de reclutamiento, selección y ascenso de personal en el sector público y privado*. Lima - Perú.
- Torres Guerrero, R. P. (2014). *Sistema de selección y reclutamiento de personal para gobiernos autónomos descentralizados*. Universidad Tecnológica Israel, Quito - Ecuador.
- Vargas Hernández, C. (2011). Atracción del talento. Reclutamiento 2.0. *Ejecutivos de Finanzas*, 52 - 56.
- Vaswani, V. (2010). *Fundamnetos de PHP* (Primera ed.). (L. Magaña Pineda, Trad.) México, México: McGrawHill.
- Werther, W., & Davis, K. (2008). *Administración de recursos humanos. El capital humano de las empresas* (Sexta ed.). México: McGraw-Hill.
- Wolber, D., Abelson, H., Spertus, E., & Looney, L. (2015). *App Inventor 2. Create your own Android Apps*. (Segunda ed.). Estados Unidos, Estados Unidos: O'Reilly Media Inc.
- Zanini, V., & Hereter, L. (2015). *Bootstrap. Desarrolle sitios web responsive fácil y rápido*. (Primera ed.). Buenos Aires, Argentina: Fox Andina.

ANEXOS

TABLA DE DISTRIBUCIÓN T-STUDENT

α v	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
1	3.078	6.314	12.076	31.821	63.657	318.310	636.620
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.326	31.598
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.213	12.924
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.767
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.160	3.373
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291

Figura 29: Tabla T - Student

CUESTIONARIO SOBRE EFECTIVIDAD DEL PROCESO DE CONTROL Y SUPERVISION DE OBRAS DE CONSTRUCCION

P1. ¿Cuántos errores tuvo el registro en el cuaderno de obras?

Respuesta

P2. ¿Cuántas veces registro información incompleta o faltante en el Cuaderno de Obras?

Respuesta

P3. ¿Cuántas veces no pudo registrar la información de manera clara en el cuaderno de obras?

Respuesta

P4. ¿Cuánto fue el tiempo que invirtió en la revisión de algún acontecimiento que este registrado en el cuaderno de obras?

Respuesta

P5. ¿Cuántos errores tuvo el consolidado del cuaderno de obras en el proceso de Control y supervisión de Obras de construcción?

Respuesta

P6. ¿Cantidad de dinero ahorrado por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro en el Cuaderno de Obra virtual?

Respuesta

P7. ¿Cuántos minutos le tomó registrar un acontecimiento de obra en el aplicativo informático Cuaderno de Obra virtual?

Respuesta

P8. ¿Cuánto dinero ahorró por el uso del aplicativo informático en el proceso de registro de Cuaderno de Obra virtual?

Respuesta

P9. ¿Cuántas quejas le generó el uso del aplicativo informático para completar tareas de registro en el cuaderno de obra?

Respuesta

P10. ¿En cuántos dispositivos pudo completar una tarea usando el aplicativo informático?

Respuesta