



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales

“INFLUENCIA DEL USO DE LA NORMA ISO/IEC
25000 EN EL NIVEL DE CALIDAD DEL SISTEMA
SNYFUEL DE LA EMPRESA GRIFO 3B”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Sistemas Computacionales

Autor:

Anthony Jhoel Saldaña Ñontol

Asesor:

Mg. Luis Miguel Cotrina Malca

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

A mi madre, quien me enseñó que incluso la tarea más grande se puede lograr si se hace un paso a la vez y que un intento fallido es sólo impulso para seguir adelante; y a mi padre, de quien aprendí que el mejor conocimiento que se puede tener, es aquel que se aprende por sí mismo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, por haberme dado la oportunidad de trabajar en este proyecto que me ha dejado maravillosas experiencias. A mi asesor de tesis Mg. Miguel Cotrina Malca, por su apoyo y confianza durante la elaboración de esta investigación. Y al personal de la empresa que en todo momento ha estado más que dispuestos a apoyar la evolución de este proyecto.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad problemática.....	14
1.2. Formulación del problema	24
1.3. Objetivos	24
1.4. Hipótesis.....	24
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	25
2.1. Tipo de investigación	25
2.2. Materiales, instrumentos y métodos.....	25
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos; Error! Marcador no definido.	
2.4. Procedimiento.....	27
CAPÍTULO III. RESULTADOS	28
3.1. Determinación de aspectos de calidad	28
3.2. Objetivo específico 1: Determinar el nivel de calidad del sistema SnyFuel antes de la aplicación de la norma ISO/IEC 25000.....	41
3.3. Objetivo específico 2: Mejorar el sistema SnyFuel mediante el uso de la ISO/IEC 25000.....	52
3.4. Objetivo específico 3: Determinar el nivel de calidad del sistema SnyFuel después de la aplicación de la norma ISO/IEC 25000.....	61
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	76
4.1. Discusión.....	76
4.2. Conclusiones	79
REFERENCIAS	81
ANEXOS	85
5.1. Anexo 1: Modelo de calidad (ISO/IEC 25000 Calidad del Producto de Software, 2019).....	85
5.2. Anexo 2 Modelo de evaluación ISO/IEC 25000 (ISO 25000 Calidad del Producto de Software, 2019)	160
5.3. Anexo 3 Selección de características y subcaracterísticas de calidad	173

5.4.	Anexo 4 Ponderación en porcentaje de las características de calidad.....	212
5.5.	Anexo 5 Aplicación de matrices de calidad en pre-test.	223
5.6.	Anexo 6 Aplicación de matrices de calidad en post-test	276
5.7.	Anexo 7 Encuesta de satisfacción	329
5.8.	Anexo 8 Ficha de Observación	333
5.9.	Anexo 9 Controlador PTS	337
5.10.	Anexo 10 Matriz de consistencia y matriz de operacionalización de variables	338
5.11.	Anexo 11 Escala de medición según norma ISO/IEC 14598	340
5.12.	Anexo 12 Formato de selección y asignación de nivel de importancia a características y subcaracterísticas de calidad de la iso/iec 25000 con relación al sistema snyfuel de la empresa Grifo 3B	341
5.13.	Anexo 13 Acta de Requerimientos del sistema SnyFuel	342

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Definición del nivel de importancia</i>	38
Tabla 2	<i>Nivel de Puntuación final para la calidad interna, externa y en uso</i>	39
Tabla 3	<i>Resultado de evaluación de calidad interna del módulo servidor</i>	41
Tabla 4	<i>Resultado de evaluación de calidad interna del módulo isla</i>	42
Tabla 5	<i>Resultado de evaluación de calidad interna del módulo administración</i>	43
Tabla 6	<i>Resultado de evaluación de calidad externa del módulo servidor</i>	44
Tabla 7	<i>Resultado de evaluación de calidad externa del módulo isla</i>	45
Tabla 8	<i>Resultado de evaluación de calidad externa del módulo administración</i>	46
Tabla 9	<i>Resultado de evaluación de calidad en uso del módulo servidor</i>	47
Tabla 10	<i>Resultado de evaluación de calidad en uso del módulo isla</i>	48
Tabla 11	<i>Resultado de evaluación de calidad en uso del módulo administración</i>	49
Tabla 12	<i>Nivel de calidad del módulo servidor</i>	50
Tabla 13	<i>Nivel de calidad del módulo isla</i>	50
Tabla 14	<i>Nivel de calidad del módulo administración</i>	51
Tabla 15	<i>Resultado de calidad general del sistema SnyFuel en el pre-test</i>	51
Tabla 16	<i>Resultado de evaluación de calidad interna del módulo servidor en el post-test</i>	61
Tabla 17	<i>Resultado de evaluación de calidad interna del módulo isla en el post-test</i>	62
Tabla 18	<i>Resultado de evaluación de calidad interna del módulo administración en el post-test</i>	63
Tabla 19	<i>Resultado de evaluación de calidad externa del módulo servidor en el post-test</i>	64
Tabla 20	<i>Resultado de evaluación de calidad externa del módulo isla en el post-test</i>	65
Tabla 21	<i>Resultado de evaluación de calidad externa del módulo administración en el post-test</i>	66
Tabla 22	<i>Resultado de evaluación de calidad en uso del módulo servidor en el post-test</i>	67
Tabla 23	<i>Resultado de evaluación de calidad en uso del módulo isla en el post-test</i>	68
Tabla 24	<i>Resultado de evaluación de calidad en uso del módulo administración en el post-test</i>	69
Tabla 25	<i>Nivel de calidad del módulo servidor en el post-test</i>	70
Tabla 26	<i>Nivel de calidad del módulo isla en el post-test</i>	70
Tabla 27	<i>Nivel de calidad del módulo administración en el post-test</i>	71
Tabla 28	<i>Resultado de calidad general del sistema SnyFuel en el post-test</i>	71
Tabla 29	<i>Comparación entre pre-test y post-test</i>	71
Tabla 30	<i>Organización de resultado de evaluación de calidad del sistema SnyFuel (pre-test y post-test)</i>	73
Tabla 31	<i>Métricas para la Calidad Interna y Externa</i>	96
Tabla 32	<i>Métricas para la característica de Calidad Adecuación Funcional</i>	100
Tabla 33	<i>Métricas para la característica de calidad Fiabilidad</i>	103
Tabla 34	<i>Métricas para la característica de Calidad Eficiencia y Desempeño</i>	108
Tabla 35	<i>Métricas para la característica de calidad Facilidad de Uso</i>	114
Tabla 36	<i>Métricas para la característica de calidad Seguridad</i>	122
Tabla 37	<i>Métricas para la característica de calidad Compatibilidad</i>	125
Tabla 38	<i>Métricas para la característica de calidad Mantenibilidad</i>	127
Tabla 39	<i>Métricas para la característica de calidad Portabilidad</i>	135
Tabla 40	<i>Métricas de Calidad en Uso</i>	142
Tabla 41	<i>Métricas para la característica de calidad Efectividad</i>	144
Tabla 42	<i>Métricas para la característica de calidad Eficiencia</i>	146
Tabla 43	<i>Métricas para la característica de calidad Satisfacción</i>	150

Tabla 44 Métricas para la característica de calidad Libertad de Riesgo	152
Tabla 45 Métricas para la característica de calidad Cobertura de Contexto	158
Tabla 46 Características de calidad interna para el módulo Isla.....	173
Tabla 47 Características de calidad interna para el módulo Servidor.....	174
Tabla 48 Características de calidad interna seleccionados para el módulo Administración.	176
Tabla 49 Características de calidad externa seleccionados para el módulo de isla	177
Tabla 50 Características de calidad externa seleccionadas para el módulo servidor	178
Tabla 51 Características de calidad externa seleccionadas para el módulo administración.	180
Tabla 52 Característica de calidad en uso seleccionadas para el módulo isla.....	181
Tabla 53 Características de calidad en uso seleccionadas para el módulo servidor.....	182
Tabla 54 Características de calidad en uso seleccionadas para el módulo de administración	183
Tabla 55 Subcaracterísticas y atributos de calidad interna para el módulo isla.....	184
Tabla 56 Subcaracterísticas y atributos de calidad interna para el módulo servidor.....	188
Tabla 57 Subcaracterísticas y atributos de calidad interna para el módulo Administración	192
Tabla 58. Subcaracterísticas y atributos de calidad externa del módulo isla.....	196
Tabla 59 Subcaracterísticas y atributos de calidad externa para el módulo servidor.....	200
Tabla 60 Subcaracterísticas y atributos de calidad externa para el módulo administración	204
Tabla 61 Subcaracterísticas y atributos de calidad en uso para el módulo isla.....	208
Tabla 62 Subcaracterísticas y atributos de calidad en uso para el módulo servidor.....	209
Tabla 63 Subcaracterísticas y atributos de calidad en uso para el módulo Administración	210
Tabla 64 Ponderación en porcentajes para la calidad interna del módulo isla	212
Tabla 65 Ponderación en porcentaje para la calidad interna del módulo servidor.....	213
Tabla 66 Ponderación en porcentaje para la calidad interna del módulo administración.	215
Tabla 67 Ponderación en porcentaje para la calidad externa del módulo Isla	216
Tabla 68 Ponderación en porcentaje para la calidad externa del módulo servidor.....	217
Tabla 69 Ponderación en porcentaje para la calidad externa del módulo administración.	219
Tabla 70 Ponderación en porcentaje para la calidad en uso del módulo isla.....	220
Tabla 71 Ponderación en porcentaje para la calidad en uso del módulo servidor	221
Tabla 72 Ponderación en porcentaje para la calidad en uso del módulo administración	222

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento de investigación	27
Figura 2. Diagrama de despliegue del sistema SnyFuel	36
Figura 3. Ejemplo de matriz de calidad	40
Figura 4. Instancia de base de datos de solo lectura	54
Figura 5. Instancia de base de datos de lectura y escritura	54
Figura 6. Ejemplo de función de ingresar venta	55
Figura 7. Método sin utilizar consultas paralelas	55
Figura 8. Método utilizando consultas paralelas	55
Figura 9. Ejemplo del uso de procesos en segundo plano	56
Figura 10. Clase para guardar información de turno de usuario	57
Figura 11. Ejemplo de archivo generado por NLog	58
Figura 12. Arquitectura antes del pre-test	59
Figura 13. Arquitectura después del pre-test	60
Figura 14. Gráfico de comparación entre resultados de pre-test y post-test de cada módulo	72
Figura 15. Pruebas de normalidad de resultados de evaluaciones de	74
Figura 16. Resultado de prueba T-Student en IBM SPSS Statistics (versión 23)	75
Figura 17. División de la norma ISO/IEC 25000	85
Figura 18. Ciclo de vida de la calidad del producto Software	87
Figura 19. Modelo de calidad del producto software	88
Figura 20. Modelo de calidad para Calidad de Uso	93
Figura 21. Relación entre los tipos de métricas de calidad	95
Figura 22. Modelo de Referencia para la evaluación de la calidad del producto de software	160
Figura 23. Proceso de evaluación de la calidad del producto de software	162
Figura 24. Matriz de calidad de adecuación funcional del módulo isla (Calidad Interna)	224
Figura 25. Matriz de calidad de adecuación funcional del módulo isla (Calidad Interna)	225
Figura 26. Matriz de calidad de facilidad de uso del módulo isla (Calidad Interna)	226
Figura 27. Matriz de calidad de seguridad del módulo isla (Calidad Interna)	227
Figura 28. Matriz de calidad de seguridad del módulo isla (Calidad Interna)	228
Figura 29. Matriz de calidad de adecuación funcional del módulo servidor (Calidad Interna)	229
Figura 30. Matriz de calidad de fiabilidad del módulo servidor (Calidad Externa)	230
Figura 31. Matriz de calidad de eficiencia de desempeño del módulo servidor (Calidad Interna)	231
Figura 32. Matriz de calidad de facilidad de uso del módulo servidor (Calidad Interna)	232
Figura 33. Matriz de calidad de seguridad del módulo servidor (Calidad Interna)	233
Figura 34. Matriz de calidad de mantenibilidad del módulo servidor (Calidad Interna)	234
Figura 35. Matriz de calidad de adecuación funcional del módulo administración (Calidad Interna)	235
Figura 36. Matriz de calidad de fiabilidad del módulo administración (Calidad Interna, Pre-test)	236
Figura 37. Matriz de calidad de eficiencia de desempeño del módulo administración (Calidad Interna, Pre-test)	237
Figura 38. Matriz de calidad de facilidad de uso del módulo administración (Calidad Interna, Pre-test)	238

Figura 39. Matriz de calidad de seguridad del módulo administración (Calidad Interna, Pre-test)	239
Figura 40. Matriz de calidad de mantenibilidad del módulo administración (Calidad Interna, Pre-test).....	240
Figura 41. Matriz de calidad de adecuación funcional del módulo isla (Calidad Externa, Pre-test)	241
Figura 42. Matriz de calidad de fiabilidad del módulo isla (Calidad Externa, Pre-test) ...	242
Figura 43. Matriz de calidad de eficiencia de desempeño del módulo isla (Calidad Externa, Pre-test).....	243
Figura 44. Matriz de calidad de facilidad de uso del módulo isla (Calidad Externa, Pre-test)	244
Figura 45. Matriz de calidad de seguridad del módulo isla (Calidad Externa, Pre-test) ...	245
Figura 46. Matriz de calidad de compatibilidad del módulo isla (Calidad Externa, Pre-test)	246
Figura 47. Matriz de calidad de mantenibilidad del módulo isla (Calidad Externa, Pre-test)	247
Figura 48. Matriz de calidad de portabilidad del módulo isla (Calidad Externa, Pre-test)	248
Figura 49. Matriz de calidad de adecuación funcional del módulo servidor (Calidad Externa, Pre-test).....	249
Figura 50. Matriz de calidad de fiabilidad del módulo servidor (Calidad Externa, Pre-test)	250
Figura 51. Matriz de calidad de eficiencia de desempeño del módulo servidor (Calidad Externa, Pre-test)	251
Figura 52. Matriz de calidad de facilidad de uso del módulo servidor (Calidad Externa, Pre-test)	252
Figura 53. Matriz de calidad de seguridad del módulo servidor (Calidad Externa, Pre-test)	253
Figura 54. Matriz de calidad de compatibilidad del módulo servidor (Calidad Externa, Pre-test)	254
Figura 55. Matriz de calidad de mantenibilidad del módulo servidor (Calidad Externa, Pre-test)	255
Figura 56. Matriz de calidad de portabilidad del módulo servidor (Calidad Externa, Pre-test)	256
Figura 57. Matriz de calidad de adecuación funcional del módulo de administración (Calidad Externa, Pre-test)	257
Figura 58. Matriz de calidad de fiabilidad del módulo de administración (Calidad Externa, Pre-test).....	258
Figura 59. Matriz de calidad de eficiencia de desempeño del módulo de administración (Calidad Externa, Pre-test)	259
Figura 60. Matriz de calidad de facilidad de uso del módulo de administración (Calidad Externa, Pre-test)	260
Figura 61. Matriz de calidad de seguridad del módulo de administración (Calidad Externa, Pre-test).....	261
Figura 62. Matriz de calidad de compatibilidad del módulo de administración (Calidad Externa, Pre-test)	262
Figura 63. Matriz de calidad de mantenibilidad del módulo de administración (Calidad Externa, Pre-test)	263
Figura 64. Matriz de calidad de efectividad del módulo de isla (Calidad en uso, Pre-test)	264
Figura 65. Matriz de calidad de eficiencia del módulo de isla (Calidad en uso, Pre-test)	265

Figura 66. Matriz de calidad de satisfacción del módulo de isla (Calidad en uso, Pre-test)	266
Figura 67. Matriz de calidad de libertad de riesgo del módulo de isla (Calidad en uso, Pre-test)	267
Figura 68. Matriz de calidad de efectividad del módulo servidor (Calidad en uso, Pre-test)	268
Figura 69. Matriz de calidad de eficiencia del módulo servidor (Calidad en uso, Pre-test)	269
Figura 70. Matriz de calidad de satisfacción del módulo servidor (Calidad en uso, Pre-test)	270
Figura 71. Matriz de calidad de libertad de riesgo del módulo servidor (Calidad en uso, Pre-test)	271
Figura 72. Matriz de calidad de efectividad del módulo de administración (Calidad en uso, Pre-test)	272
Figura 73. Matriz de calidad de efectividad del módulo de administración (Calidad en uso, Pre-test)	273
Figura 74. Matriz de calidad de satisfacción del módulo de administración (Calidad en uso, Pre-test)	274
Figura 75. Matriz de calidad de libertad de riesgo del módulo de administración (Calidad en uso, Pre-test)	275
Figura 76. Matriz de calidad de adecuación funcional del módulo de isla (Calidad interna, Post-test)	276
Figura 77. Matriz de calidad de fiabilidad del módulo de isla (Calidad interna, Post-test)	277
Figura 78. Matriz de calidad de eficiencia de desempeño del módulo de isla (Calidad interna, Post-test)	278
Figura 79. Matriz de calidad de facilidad de uso del módulo de isla (Calidad interna, Post-test)	279
Figura 80. Matriz de calidad de seguridad del módulo de isla (Calidad interna, Post-test)	280
Figura 81. Matriz de calidad de mantenibilidad del módulo de isla (Calidad interna, Post-test)	281
Figura 82. Matriz de calidad de adecuación funcional del módulo de servidor (Calidad interna, Post-test)	282
Figura 83. Matriz de calidad de fiabilidad del módulo de servidor (Calidad interna, Post-test)	283
Figura 84. Matriz de calidad de eficiencia de desempeño del módulo servidor (Calidad interna, Post-test)	284
Figura 85. Matriz de calidad de facilidad de uso del módulo servidor (Calidad interna, Post-test)	285
Figura 86. Matriz de calidad de seguridad del módulo servidor (Calidad interna, Post-test)	286
Figura 87. Matriz de calidad de mantenibilidad del módulo servidor (Calidad interna, Post-test)	287
Figura 88. Matriz de calidad de adecuación funcional del módulo de administración (Calidad interna, Post-test)	288
Figura 89. Matriz de calidad de fiabilidad del módulo de administración (Calidad interna, Post-test)	289
Figura 90. Matriz de calidad de eficiencia de desempeño del módulo de administración (Calidad interna, Post-test)	290

Figura 91. Matriz de calidad de facilidad de uso del módulo de administración (Calidad interna, Post-test).....	291
Figura 92. Matriz de calidad de seguridad del módulo de administración (Calidad interna, Post-test).....	292
Figura 93. Matriz de calidad de mantenibilidad del módulo de administración (Calidad interna, Post-test).....	293
Figura 94. Matriz de calidad de adecuación funcional del módulo de isla (Calidad externa, Post-test).....	294
Figura 95. Matriz de calidad de fiabilidad del módulo de isla (Calidad externa, Post-test).....	295
Figura 96. Matriz de calidad de eficiencia de desempeño del módulo de isla (Calidad externa, Post-test).....	296
Figura 97. Matriz de calidad de facilidad de uso del módulo de isla (Calidad externa, Post-test).....	297
Figura 98. Matriz de calidad de seguridad del módulo de isla (Calidad externa, Post-test).....	298
Figura 99. Matriz de calidad de compatibilidad del módulo de isla (Calidad externa, Post-test).....	299
Figura 100. Matriz de calidad de mantenibilidad del módulo de isla (Calidad externa, Post-test).....	300
Figura 101. Matriz de calidad de portabilidad del módulo de isla (Calidad externa, Post-test).....	301
Figura 102. Matriz de calidad de adecuación funcional del módulo servidor (Calidad externa, Post-test).....	302
Figura 103. Matriz de calidad de fiabilidad del módulo servidor (Calidad externa, Post-test).....	303
Figura 104. Matriz de calidad de adecuación funcional del módulo servidor (Calidad externa, Post-test).....	304
Figura 105. Matriz de calidad de facilidad de uso del módulo servidor (Calidad externa, Post-test).....	305
Figura 106. Matriz de calidad de seguridad del módulo servidor (Calidad externa, Post-test).....	306
Figura 107. Matriz de calidad de compatibilidad del módulo servidor (Calidad externa, Post-test).....	307
Figura 108. Matriz de calidad de mantenibilidad del módulo servidor (Calidad externa, Post-test).....	308
Figura 109. Matriz de calidad de portabilidad del módulo servidor (Calidad externa, Post-test).....	309
Figura 110. Matriz de calidad de adecuación funcional del módulo de administración (Calidad externa, Post-test).....	310
Figura 111. Matriz de calidad de fiabilidad del módulo de administración (Calidad externa, Post-test).....	311
Figura 112. Matriz de calidad de eficiencia de desempeño del módulo de administración (Calidad externa, Post-test).....	312
Figura 113. Matriz de calidad de facilidad de uso del módulo de administración (Calidad externa, Post-test).....	313
Figura 114. Matriz de calidad de seguridad del módulo de administración (Calidad externa, Post-test).....	314
Figura 115. Matriz de calidad de compatibilidad del módulo de administración (Calidad externa, Post-test).....	315

Figura 116. Matriz de calidad de mantenibilidad del módulo de administración (Calidad externa, Post-test)	316
Figura 117. Matriz de calidad de efectividad del módulo de isla (Calidad en uso, Post-test)	317
Figura 118. Matriz de calidad de eficiencia del módulo de isla (Calidad en uso, Post-test)	318
Figura 119. Matriz de calidad de efectividad del módulo de isla (Calidad en uso, Post-test)	319
Figura 120. Matriz de calidad de libertad de riesgo del módulo de isla (Calidad en uso, Post-test)	320
Figura 121. Matriz de calidad de efectividad del módulo servidor (Calidad en uso, Post-test)	321
Figura 122. Matriz de calidad de eficiencia del módulo servidor (Calidad en uso, Post-test)	322
Figura 123. Matriz de calidad de satisfacción del módulo servidor (Calidad en uso, Post-test)	323
Figura 124. Matriz de calidad de libertad de riesgo del módulo servidor (Calidad en uso, Post-test)	324
Figura 125. Matriz de calidad de efectividad del módulo de administración (Calidad en uso, Post-test)	325
Figura 126. Matriz de calidad de eficiencia del módulo de administración (Calidad en uso, Post-test)	326
Figura 127. Matriz de calidad de satisfacción del módulo de administración (Calidad en uso, Post-test)	327
Figura 128. Matriz de calidad de libertad de riesgo del módulo de administración (Calidad en uso, Post-test)	328
Figura 129. Encuesta de satisfacción	329
Figura 130. Validación de encuesta de satisfacción (Dra. Patricia Janet Uceda Martos).	330
Figura 131. Validación de encuesta de satisfacción (Mg. Miguel Cotrina Malca).	331
Figura 132. Validación de encuesta de satisfacción (Dr. Yuri Alexis Tullume Mechán).	332
Figura 133. Ficha de observación	333
Figura 134. Validación de ficha de observación (Dra. Patricia Janet Uceda Martos).	334
Figura 135. Validación de ficha de observación (Mg. Miguel Cotrina Malca).	335
Figura 136. Validación de ficha de observación (Dr. Yuri Alexis Tullume Mechán).	336
Figura 137. Diagrama de despliegue de controlador PTS	337
Figura 138 Controlador PTS	337
Figura 139. Matriz de consistencia de la investigación	338
Figura 140. Matriz de operacionalización de variables	339
Figura 141. Niveles de puntuación para las métricas de calidad.	340
Figura 142. Validación de asignación de nivel de importancia de características, subcaracterísticas y ponderación de características de calidad	341

RESUMEN

Actualmente la buena calidad de un producto es indispensable para el productor, así como también para el consumidor, hecho que también afecta a los productos de software. Bajo este contexto existen normas internacionales que controlan la calidad de productos, como por ejemplo la norma ISO/IEC 25000, norma que brinda las herramientas y guía necesarios para la evaluación de calidad de un producto de software en los aspectos de calidad interna, calidad externa y calidad en uso. En tal sentido, la presente investigación buscó determinar la influencia de la norma ya mencionada en un producto de software perteneciente a la empresa Grifo 3B, orientada al comercio de combustibles; con el fin de evaluar, analizar y mejorar dicho producto de software. Para esto se realizó una evaluación preliminar con el fin de saber el nivel de calidad del producto de software en su estado actual. Teniendo los resultados la evaluación preliminar se efectuó cambios en el sistema con el fin de obtener mejores resultados en una posterior evaluación. Al concluir la investigación se demuestra que el uso de la norma ISO/IEC 25000 influye positivamente en el nivel de calidad del producto de software evaluado, consiguiendo un incremento de 2.17 puntos (en base a 10) de incremento en su nivel de calidad; resultado que es contrastado por medio de la prueba de T-Student, cuyo resultado apoya la hipótesis de la investigación.

Palabras clave: norma ISO/IEC 25000, pre-test, post-test, calidad de software.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Estamos en una época en donde los productos de software se han convertido en parte importante en la vida de las personas. Por ejemplo, se tiene acceso a sistemas de gestión que brindan información en tiempo real, se controlan los procesos por medio de sistemas unificados, y gracias al crecimiento de esta industria se puede efectuar tareas laborales cotidianas en cualquier momento y lugar; así también, estos productos están presentes en el entretenimiento, transporte, comunicaciones, etc. Como lo indica De Compostela (2014), el aumento del software ha generado que las empresas de este rubro también tengan un crecimiento considerable, a lo que se denomina “factorías de software”; sin embargo, como lo menciona AmITIC (2017), se debe considerar que el software es creado por seres humanos, lo que significa que en algún momento de su creación, este haya podido cometer algún error, dando lugar a que el determinado producto de software tenga un mal funcionamiento.

Como ya se mencionó, en la actualidad los productos de software son cada vez más importantes, y si bien es cierto, no solo el uso de software se incrementado de forma exponencial, sino también, las industrias que se dedican a su desarrollo. Es por ello que se puede encontrar software desarrollado por diferentes empresas que cumplan los requisitos similares, sin embargo, a pesar de ofrecer funcionalidad no siempre están sujetos a los rigurosos controles de calidad que algunas empresas proporcionan, es por ello que desarrollar un producto de software basado en estándares de calidad y que cumpla con las exigencias del cliente son aspectos fundamentales que logran garantizar que el producto de software tenga éxito (Redrován, Loja, Correa y Piña, 2017).

De Compostela (2014), planteó que, la falta de personal capacitado y especializado en desarrollo de software sumado a la intensión de reducción de costos, ha generado como consecuencia que, las empresas deriven estas actividades a otras compañías, lo que genera un riesgo y una falta de control respecto a la calidad de software que se desarrolla bajo esta estrategia. Esto genera la necesidad de evaluar, controlar y asegurar la calidad de los productos de software que ofrecen estas empresas; lo que describe un escenario que hace resaltar la importancia de la calidad en la industria.

En función a lo que Zumba y León (2018) expresan, se puede afirmar que falta de calidad en un producto, en especial un producto de software, puede tener resultados poco favorables, tanto para el desarrollador o grupo de desarrolladores, como la empresa que hace uso del producto. Entre los inconvenientes para el desarrollador se puede tener en cuenta el tiempo que se tarda en realizar una modificación o corrección de algún error, la eficiencia con la que se lleva a cabo un proceso de mantenimiento e incluso la posibilidad de que el producto de software no puede asimilar un proceso de mejora continua respecto a funcionalidades, lo que traería como consecuencia que, en algún momento el software quede obsoleto. Respecto a la empresa, un software de mala calidad podría generar costos elevados en el mantenimiento, pérdida de información, insatisfacción por parte de los usuarios e incluso insatisfacción de los clientes a quienes se les brinda atención por medio de dicho producto de software.

Piattini, Garcia, García y Pino (2018), afirman que hoy en día, uno de los objetivos estratégicos de las organizaciones en general es tener una buena calidad en sus productos y servicios, ya que los usuarios y clientes que hacen uso de dichos productos y servicios, serán los que determinen el crecimiento y la permanencia en el mercado

de dichas organizaciones. Y la industria del software no es la excepción, es por ello que Chambilla (2015), plantea que la calidad de software es un factor determinante en la toma de decisiones sobre el desarrollo de software para toda empresa a nivel mundial que labore dentro de este rubro. Ya que, los problemas se generan principalmente cuando una empresa termina un producto de software y publica dicho producto, y es el usuario final quien, en muchas ocasiones, encuentra errores de funcionamiento, lo que genera que el usuario tenga una percepción negativa sobre el software, y por ende de la empresa que encargada de distribuir dicho producto.

Así pues, Roa, Morales y Gutiérrez (2015), definen la calidad de software, como la concordancia entre los requerimientos funcionales de un producto de software y las políticas y reglas de funcionamiento del negocio que hace uso de dicho producto. Con un punto de vista similar se encuentra la Universidad Privada TELESUP (2017), pues afirma que la calidad de un producto de software, es impuesta en función del nivel de cumplimiento que dicho producto tiene sobre los requerimientos especificados, las necesidades y expectativas del usuario final. Por otro lado, Piattini y Rodríguez (2015), plantean que la calidad de software es un concepto multidimensional, puesto que depende de muchos factores, como por ejemplo el costo y el tiempo de entrega. Incluso plantea que hay aspectos que no pueden ser evaluados de manera objetiva y que solamente se pueden evaluar subjetivamente. Además, afirma que la calidad puede ser fácil de notar cuando un producto falla u ocurre algún error en su funcionamiento, sin embargo, suele ser transparente cuando un producto cumple con los estándares de calidad.

Roa, Morales y Gutiérrez (2015), sustentan que desarrollar un producto de software de calidad implica que el desarrollador o grupo de desarrolladores hagan uso de

estándares, metodologías y procesos para el análisis, diseño, programación y prueba del software, con el fin de lograr una mayor confiabilidad, mantenibilidad y facilidad de prueba, a la vez que elevan la productividad, tanto para la labor de desarrollo como para el control de la calidad del software. Y recomiendan que, para poder establecer de manera eficiente la calidad de un producto de software, se debe tener definido un modelo de calidad, que permita estructurar los aspectos a evaluar, y brinde una orientación sobre la secuencia específica que se debe seguir con el fin de hacer una evaluación detallada y permita conseguir buenos resultados.

Como lo mencionan Callejas, Alarcón, y Álvarez (2017), para que una organización de desarrollo de software tenga éxito, esta cumplir con estándares que garanticen la calidad de sus productos. con el fin de garantizar dicha calidad, existen modelos los cuales proporcionan documentación y orientación sobre prácticas definidas que permiten evaluar un producto de software de forma cualitativa o cuantitativa, y a raves de esta evaluación la organización puede tomar decisiones que permitan mejorar el producto de software dentro de las etapas de desarrollo y pruebas. Plantean también que la calidad puede ser medida a nivel de procesos, producto y en uso; existiendo diferentes modelos para cada división de calidad. Como ejemplo de modelo a nivel de proceso se encuentra ITIL, Bootstrap, ISO/IEC 15504, Dromey, entre otros; para medir calidad a nivel de producto se pueden mencionar algunos ejemplos como McCall, FURPS, WebQEM, ISO/IEC 25000, GQM, entre otros,

La norma ISO/IEC 25000, conocida también como SQuaRE (Software Product Quality Requirements and Evaluation), cuyo principal objetivo es crear un marco de trabajo que permite evaluar la calidad de un producto de software a nivel de producto.

La norma ISO/IEC 25000 brinda las características y métricas necesarias para hacer una evaluación a cualquier tipo de software (Web, Base de datos, Dektop), proporciona también un modelo referencial o genérico, que brinda la orientación necesaria para poder realizar el proceso de evaluación de un producto de software de manera efectiva (ISO/IEC 25000 Calidad del Producto de Software, 2019).

La norma ISO/IEC 25000 cuenta con seis, de los cuales destacan el apartado medición de calidad (ISO/IEC 2502n), donde se encuentran los modelos de referencia sobre la medición de calidad interna, externa y en uso de un producto de software; y el apartado de evaluación de calidad (ISO/IEC 2504n), donde se encuentran guías y recomendaciones para la evaluación de productos de software (ISO/IEC 25000 Calidad del Producto de Software, 2019).

Haciendo hincapié en la norma ISOIEC 2502n (División de modelo de calidad), es un apartado de la ISO/IEC 25000 donde encontramos 3 apartados importantes: el apartado del modelo de referencia (ISO/IEC 25020), que define un modelo de referencia para la evaluación de calidad interna y externa; el apartado de medición de calidad en uso (ISO/IEC 25022), que especifica las métricas necesarias para evaluar la calidad en uso de un producto de software; y el apartado de medición de sistemas y software de calidad del producto (ISO/IEC 25023), que especifica métricas para la evaluación de calidad interna y externa de un producto e software.

La norma ISO/IEC ha sido utilizada por diferentes empresas con la finalidad de obtener una certificación o para mejorar sus productos en base a esta norma. Como es el caso de INTEDYA (International Dynamic Advisors), empresa que brinda

consultoría enfocada a la defensa de requisitos de calidad para productos de software; la implementación de la ISO/IEC dio un resultado positivo en su labor, evito ineficiencias, obteniendo mayor rentabilidad que le permita obtener un producto de calidad, redujo costos de mantenimiento y corrección. Así como INTEDYA, hay otras organizaciones con resultados similares, entre las cuales se pueden mencionar GC Buzz (México,), Instituto Nacional Sena (Colombia), Applies (España), 233 Grados TI (España), Kybele Consulting (España), GEXRENOF (Cuba), Colegios de Ingenieros del Perú (Perú), entre otros (Callejas, Alarcón, y Álvarez, 2017).

AENOR (2019) ha realizado un proyecto piloto de evaluación y certificación en las que participaron tres empresas españolas desarrolladoras de software, con la finalidad de mejorar sus productos de software. Dicho proyecto piloto tuvo resultados positivos, resaltando la mejora de la producción y un ahorro de costos de mantenimiento de casi un 40% en las empresas participantes. Como antecedente a este proyecto, De Compostela (2014), hare referencia a un proyecto de evaluación y certificación de los primeros productos de software con la norma ISO/IEC 25000. Durante la duración de este proyecto, participaron 3 empresas con la finalidad de mejorar sus productos de software en base a esta norma. Las empresas participantes afirman que la norma ISO/IEC 2500 influyo de manera positiva en la mejora de los productos que fueron sometidos a la evaluación, teniendo como beneficio una reducción de 75% en incidencias correctivas, y un ahorro de tiempo en mantenimiento de hasta 30%.

Según la escala de puntuación que propone la ISO/IEC 14598, es una escala de niveles de puntuación en base a 10, que esta diferenciado por rangos que pueden dar un grado de satisfacción. Dicha escala indica que el puntaje comprendido entre 0 puntos y 2.75

puntos es inaceptable, lo que lo califica como insatisfactorio; el puntaje comprendido entre 2.76 puntos y 5.00 puntos es mínimamente aceptable, lo que también lo califica como insatisfactorio; el puntaje comprendido entre 5.01 puntos y 8.75 puntos es el rango objetivo de calificación, lo que lo califica como satisfactorio; y el puntaje comprendido entre 8.76 puntos y 10.00 puntos es el que excede a los requisitos, y por lo que se califica también como satisfactorio. Por otro lado, la escala de medición indica que el peor caso es inferior a 2.75 puntos, el punto medio o valor medio es de 7.25 puntos, y el nivel planeado o puntaje ideal es de 8.75 puntos (ver Anexo 10).

La influencia de la tecnología, en específico los productos de software, afectan a empresas de todos los rubros, en especial a las que necesitan tener un control exacto de los procesos que desarrollan dichas empresas. Este es el caso del rubro de la comercialización de combustibles, cuyas empresas sujetas a este rubro reciben la denominación de estaciones de servicio, gasolineras, o grifos; y tienen la estructura funcional de un MyPE (SUNAT, 2020); este tipo empresas, a diferencia de otros, necesitan tener un sistema cuyo funcionamiento sea continuo las 24 horas del día, sin excepción. Un software para este tipo de negocio, requiere estar preparado contra cualquier contingencia, como, por ejemplo: corte de energía eléctrica, falla de equipos de cómputo (servidor); y no solo en caso de desperfectos, sino también debe brindar funcionalidades básicas, (facturación y ventas), durante el periodo de mantenimiento de los equipos. Para que un software cumpla con los requerimientos generales antes mencionados, éste debe tener un nivel de calidad aceptable, para no causar inconformidad en el usuario final.

Como solución a la problemática de la industria de comercialización de combustible, algunas empresas han optado por crear soluciones a dicha realidad, como, por ejemplo, Technotrade LTD (2020), propone una solución llamada Nafta POS, la cual tiene muchas funcionalidades requeribles dentro de la industria, como por ejemplo la incorporación de controladores PTS, que ayudan a obtener un control más preciso sobre los dispensadores de combustible, sin embargo, la empresa no brinda referencias sobre algún estándar de calidad bajo el cual haya sido implementado este software.

Ramos (2016), en la ciudad de Quito (Ecuador), realiza una investigación donde propone un modelo de calidad basado en la ISO/IEC 25000, y aplica dicho modelo en un caso práctico de evaluación de calidad. En dicha investigación se definen las características de calidad externa y en uso, y no incluye la calidad interna por la complejidad y trabajo que demanda dicho análisis.

Vaca y Jácome (2018), en su investigación hecho en Ecuador, afirman que la ISO/IEC 25000, está constituida por un modelo de evaluación mixto, lo que considera una ventaja, por ser adaptable a las necesidades de las partes interesadas, como lo son los usuarios, administrador y evaluador, y según estos participantes se definen los atributos, subcaracterísticas y características a evaluar. Por lo que tuvieron éxito seleccionando dichos atributos para la evaluación de un sistema informático, y realizando satisfactoriamente su evaluación, consiguiendo un puntaje de 6,50 sobre 10 puntos.

En una investigación realizada por Valenciano (2015), en la ciudad de Madrid, en donde la aplicación TextSecure fue el objeto de estudio, se ha concluido que dicha aplicación cumple con el 80% del requerimiento de calidad, por lo que se le considera

una aplicación de calidad aceptable. Durante el proceso de análisis y evaluación de la aplicación TextSecure, se pudo entender los procesos de auditoría principales y comprender el concepto de la mantenibilidad que pertenece a la dimensión de la calidad del software, y plantea que, la industria de software, al estar en constante crecimiento, el concepto de mantenibilidad está sujeto a este cambio.

Batista y Ciqueto (2015), han llevado a cabo una investigación en la ciudad de Sao Paulo (Brasil), donde el objeto de estudio fue el Software PROCEnf-USP, cuya principal característica consistía en la posibilidad de acceder a dos ambientes o módulos, profesional y académico. En este software se evaluó la calidad técnica y el desempeño funcional utilizando evaluadores con diferentes niveles de conocimiento en computación. Los resultados obtenidos demostraron la calidad del sistema en cada atributo del modelo de referencia de la norma ISO/IEC 25000, tiene un valor considerable. Entrando a detalle de los resultados, el puntaje más elevado fue dado por las personas que tenían mayor conocimiento en computación. De esta manera se ha concluido que el sistema PROCEnf-USP se destacó en cinco características de calidad: adecuación funcional, usabilidad, seguridad, facilidad de manutención y portabilidad.

En una evaluación de calidad de productos de software, realizado por Balseca (2014) en la ciudad de Quito (Ecuador), se planteó que la norma ISO/IEC 25000 proporciona un modelo de calidad genérico (ISO/IEC 25010) que permite clasificar la calidad del producto en interna, externa y en uso; y una estructura del proceso de evaluación (ISO/IEC 25040) que permite hacer una evaluación calidad de productos de software de una manera estructura involucrandose en todo el ciclo de vida de dicho producto.

Bautista y Robayo (2019), en su investigación realizada en la ciudad de Bogotá (Colombia), analizaron el modelo ISO/IEC 25010, donde concluyeron que dicha norma es uno de los estándares más completos para evaluar un producto de software, sin embargo, recomendaron que el evaluador siempre debe estar pendiente de los cambios realizados en las áreas que funciona el software evaluado, con el fin de mejorar la observación al momento de colocar la calificación para cada característica evaluada.

Por otro lado, en una investigación de calidad de producto de software realizada en la ciudad de Lima, en la que se utilizó la ISO/IEC 25000 y el objeto de estudio fue un sistema web, se ha obtenido un resultado de 9,27 sobre 10. Para esta investigación se ha utilizado el modelo de referencia de la ISO/IEC 25000, por lo cual, concluye que es un modelo óptimo para evaluar productos de software, ya que presenta una amplia información sobre las características de calidad del producto software y a la vez es integrado con el proceso de evaluación (Sanchez, 2017).

Chambilla (2015), realiza una evaluación del sistema SIR, en la ciudad de Tacna, utilizando la norma ISO/IEC 25000, donde dicha evaluación no se realice con fines de certificación, sino con el fin de mejorar el software mencionado. En su investigación plantea el uso del modelo de referencia de la norma ISO/IEC 25000, planteando una matriz de calidad donde se ha seleccionado un nivel de importancia y un porcentaje desde el punto de vista del evaluador, teniendo como referencia la ISO/IEC 14598-1.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye el uso de la norma ISO/IEC 25000 en el nivel de calidad del sistema SnyFuel de la empresa Grifo 3B?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia del uso de la norma ISO/IEC 25000 en el nivel de calidad del sistema SnyFuel de la empresa Grifo 3B.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el nivel de calidad del sistema SnyFuel antes de la aplicación de la norma ISO/IEC 25000.
- Mejorar el sistema SnyFuel mediante el uso de la ISO/IEC 25000.
- Determinar el nivel de calidad del sistema SnyFuel después de la aplicación de la norma ISO/IEC 25000.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El uso de la norma ISO/IEC 25000 influye positivamente en el nivel de calidad del sistema SnyFuel de la empresa Grifo 3B.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

A continuación, se detalla la metodología de investigación, la cual se puede ver de manera resumida en la matriz de consistencia y operacionalización de variables (ver Anexo 9).

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Según el Propósito

La presente investigación se considera aplicada, ya que se aplica conocimientos adquiridos con el propósito de implementarlos de forma práctica para satisfacer necesidades específicas (Vargas, 2009).

2.1.2. Según el diseño de investigación.

Se considera el diseño de investigación experimental, por el motivo que se busca establecer el efecto del uso de la norma ISO/IEC 25000 en el sistema SnyFuel del Grifo 3B aplicando estímulos como pre-test y post-test. Así mismo, se considera del tipo cuasiexperimental, ya que los elementos del experimento para esta investigación han sido establecidos con anterioridad, como lo son los módulos funcionales del sistema SnyFuel de la empresa Grifo 3B (Hernandez, 2014).

2.2. Materiales, instrumentos y métodos

2.2.1. Población y Muestra

La Muestra Censal, Según McGuigan (1996), se desarrolla cuando la población es pequeña, siendo posible observar a todos los individuos, es por ello que ara la presente investigación se tomó como muestra a la población completa de módulos (3 módulos) del sistema SnyFuel: Isla, Servidor y Administración. Además, respecto a la satisfacción de usuario se ha tomado como muestra a la población completa (10 usuarios) distribuidos de la siguiente manera según el cargo que desempeñan dentro de la empresa.

- Módulo Isla: 6 usuarios.
- Módulo Servidor: 2 usuarios.

- Módulo Administración 4 usuarios.

2.2.2. Técnicas

La observación es un método de recolección de datos que consiste en el registro sistemático, organizado y confiable de comportamientos y situaciones observables respecto a una o más variables a medir (Hernandez, 2014).

Los cuestionarios consisten en la recolección de datos a través de un conjunto de preguntas asociadas estrechamente a una o más variables a medir, y son considerados los instrumentos de recolección de datos más utilizados (Hernandez, 2014).

2.2.3. Instrumentos

- Como instrumentos se consideró ficha de observación (Ver Anexo 7), para evaluar calidad externa, interna y en uso, con excepción de la característica de satisfacción, para la cual se ha utilizado una encuesta de satisfacción (Ver anexo 6). Cabe recalcar que la encuesta de satisfacción es aplicada bajo orientación del evaluador con el fin de explicar términos técnicos.
- ISO/IEC 25000
- Acta de requerimientos del sistema SnyFuel.
- Administrador de tareas de Windows.
- Monitor de rendimiento.
- Plataforma de registro NLog.
- Extensión de SonarQube para Visual Studio.
- IDE Visual Studio.
- SPSS (versión 23).

2.3. Procedimiento

El sistema SnyFuel, es un sistema de administración de estaciones de servicio (grifos) en general, que actualmente se encuentra en procesado de desarrollo y en funcionamiento total en el Grifo 3B. Para cumplir con los objetivos de la investigación y medir la calidad del sistema SnyFuel, primeramente se determina los aspectos de calidad en los que el sistema SnyFuel va a ser evaluado, como paso siguiente determinados aspectos que definan al producto de software que se va a evaluar, posteriormente se define el modelo de calidad a utilizar (ISO/IEC 25000), luego se hace una evaluación de pre-test con el modelo de calidad ya definido, cuyos datos sirven de referencia para el mejoramiento del producto de software; como paso siguiente realiza una aplicación de post-test con el modelo de calidad definido previamente (ISO/IEC 25000), finalmente se analizan los datos obtenidos en el pre-test y post-test con el uso de IBM SPSS Statistics (versión 23) y la aplicación de la prueba de T-Student, y de esta manera contrastar la hipótesis (ver Figura 1).

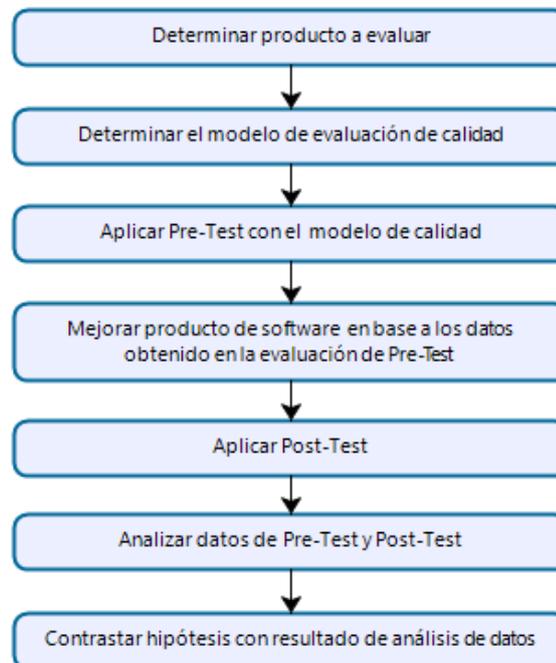


Figura 1. Procedimiento de investigación

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Determinación de aspectos de calidad

3.1.1. Determinación de aspectos de calidad

La norma ISO/IEC 25000 permite hacer una evaluación de un producto de software en tres aspectos (ISO/IEC 25000 Calidad del Producto de Software, 2019):

- Calidad Interna: Cuando el producto de software se encuentra en etapa de desarrollo.
- Calidad Externa: Cuando el producto de software se encuentra en funcionamiento.
- Calidad en Uso: Cuando el producto de software se encuentra en uso.

3.1.2. Determinación de producto de software

En la presente investigación, el producto a ser evaluado es el sistema SnyFuel, software de ventas y administrativo de la empresa Grifo 3B, perteneciente al rubro de venta de combustible. Para realizar la determinación del sistema SnyFuel, se ha utilizado como guía el acta de requerimiento del sistema (ver Anexo 13).

3.1.2.1. Descripción General

El producto de software SnyFuel, es un software que permite administrar de forma precisa, principalmente, las ventas de combustible y sus diversas formas de ser procesadas. Entendemos como formas de procesar una venta a: vales de crédito, recibo, factura, boleta, serafines, transferencia, préstamo y devoluciones. El software SnyFuel utilizar controladores PTS (ver Anexo 9), para administrar los dispensadores de combustible, obteniendo información directamente de ellos para ponerlos a disposición del módulo que interactúa con el usuario.

3.1.2.2. Perspectiva del producto

El sistema SnyFuel se divide en tres módulos principales, los cuales se consideran como la muestra en la presente investigación:

- **Módulo Isla:** Este módulo es una aplicación de escritorio, desarrollado con el marco de interfaces de usuario Windows Presentation Foundation (WPF) y lenguaje de programación C#. Se instala en el área de ventas de la estación de servicio (Isla), y se encarga de registro de ventas, facturación y registro de turnos de atención.
- **Módulo Administrativo:** Este módulo es una aplicación Web, desarrollado con el lenguaje de programación C# y utilizando el patrón de arquitectura de software Modelo-Vista-Controlador (MVC). Se instala en el servidor de la estación de servicio, y se encarga de la administración de procesos de negocio (análisis, definición, ejecución, monitoreo y control de los procesos).
- **Módulo Servidor:** Este módulo es una aplicación de escritorio, desarrollado con el marco de interfaces de usuario Windows Presentation Foundation (WPF) y lenguaje de programación C#. Se instala en la computadora que administre los dispensadores de combustible.

3.1.2.3. Características de los usuarios

Administrador: Tiene acceso a todos los módulos del software, principalmente acceso completo al módulo administrativo (WEB) y módulo servidor, así también tiene acceso a la configuración del módulo de ventas (ISLA).

Supervisor: Tiene acceso a determinadas funcionalidades, según lo determine el administrador.

Islero: Tiene acceso completo al módulo de ventas (ISLA), con excepción de la configuración general.

3.1.2.4. Requisitos Específicos

3.1.2.4.1 Requisitos de interface externas

- **Interfaces de usuario:**

Las interfaces de usuario son claras e intuitivas, lo que facilita la interacción entre el usuario y el sistema.

- **Interfaces de Hardware:**

Los equipos de cómputo tienen las siguientes características:

- **Módulo Servidor (WPF):**

- Procesador Intel Xeon E5405 2.00 GHz
- Memoria RAM DDR2 8 Gb 667 MGz
- Disco Duro Seagate 1 TB
- Controladores PTS

- **Módulo Administrativo (WEB)**

- Procesador Intel Xeon E5405 2.00 GHz
- Memoria RAM DDR2 8 Gb 667 MGz
- Disco Duro Seagate 1 TB

- **Módulo Isla (WPF):**

- Procesador Intel Core 2 Duo E6550 2.33 GHz
- Memoria RAM 1GB DDR2 667 MGz
- Disco Duro Seagate 120 GB
- Lector de dactilar
- Lector de tarjeta de proximidad
- Impresora térmica Epson T20-II

- **Interfaces de Software**

- **Servidor:**

- Windows 10 LSTB
- SQL Server Express 2017
- Net Framework 4.6.1
- Internet Information Service 10 (IIS)

- **Isla:**

- Windows 7 Home Basic
- Net Framework 4.6.1

- **Interface de Comunicación**

- Los equipos de cómputo se comunican en una red LAN por medio de router cuyo proveedor es la empresa Movistar.
- Los controladores PTS se comunicación con un puerto serial.

Así también, se considera que la base de datos con la que el sistema SnyFuel opera, es de aproximadamente 350 Mb,

3.1.2.4.2 Requisitos Funcionales

Módulo Servidor

A continuación, se describen los requisitos funcionales de mayor influencia en el nivel de calidad del módulo servidor:

- Sistema de inicio de sesión automático.
- Control de dispensadores utilizando controlador PTS (ver anexo).
- Guardar información de ventas provenientes de los dispensadores.
- Cambiar precios en el sistema SnyFuel y en los dispensadores.

- Visualizar contómetros digitales de los dispensadores.
- Control de Stock

Módulo Isla

A continuación, se describen los requisitos funcionales de mayor influencia en el nivel de calidad del módulo isla:

- Generar boleta electrónica
- Generar factura electrónica
- Generar vale de crédito
- Generar recibo
- Generar serafín
- Generar pago adelantado
- Generar transferencia
- Generar préstamo
- Generar devolución
- Administrar descuentos
- Función tarjeta de proximidad para identificación de clientes
- Función huella dactilar para identificación de clientes
- Ingreso de medidas de tanques
- Ingreso de contómetros
- Venta de otros productos
- Registro de ventas de combustible
- Ingresos de caja fuerte
- Gastos extras
- Configuración

- Impresión

Módulo Administración

A continuación, se describen los requisitos funcionales de mayor influencia en el nivel de calidad del módulo de administración:

- Administración de clientes
- Administración de usuarios
- Administración de proveedores
- Administración de motivos venta rápida
- Administración de plantas de combustible
- Administración de grifos colaboradores
- Administración de cuentas bancarias
- Administración de fondos económicos
- Administración de entidades bancarias
- Configuración turnos
- Configuración de estación
- Configuración de impresión de comprobantes electrónicos
- Configuración de terminales
- Configuración de lados
- Configuración de contómetros
- Configuración de tanques
- Configuración de PTS
- Configuración de facturación electrónica
- Administración de productos adicionales
- Administración de turnos PTS

- Administración de líneas de crédito
- Administración de precios especiales
- Administración de turnos de usuario
- Control de cierre de turnos
- Factura electrónica
- Boleta electrónica
- Facturación de fletes
- Administración de documentos electrónicos (CDR)
- Envío automático de comprobantes electrónicos
- Administración de vales de crédito
- Pago de vales de crédito
- Reportes de ventas (SUNAT)
- Reporte de ventas (contador)
- Reporte de ventas (interno)
- Reporte de facturación mensual
- Reporte de control de stock
- Kardex (SUNAT)
- Reporte de turnos de usuario
- Reporte general de ventas

3.1.2.4.3 Requisitos No Funcionales

Módulo Servidor

- Disponibilidad permanente
- La información de los dispensadores debe ser visualizada en tiempo real y de forma remota.

Módulo Isla

- Debe ser desarrollado en una plataforma que permita trabajar con los recursos de la computadora donde esté instalado la aplicación correspondiente, como lo son impresora, lector de huella dactilar, lector de tarjeta de proximidad.

Módulo de Administración

- Las funcionalidades del módulo administración deben ejecutarse en plataforma web, de forma que permita una gestión remota.

3.1.2.5. Funcionalidad del sistema SnyFuel

El sistema SnyFuel ha sido desarrollado como una aplicación que ayude con la administración general de una estación de servicio, en este caso del Grifo 3B. Los tres módulos del sistema SnyFuel (Servidor, Isla, Administración) se incorporan a través de una Web API, instalada en un servidor, la cual interactúa directamente con el motor de base de datos.

Cada módulo del sistema SnyFuel tiene un apartado independiente dentro de la API, con excepción de método de autenticación.

En la Figura 2 se muestra el diagrama de despliegue del sistema SnyFuel.

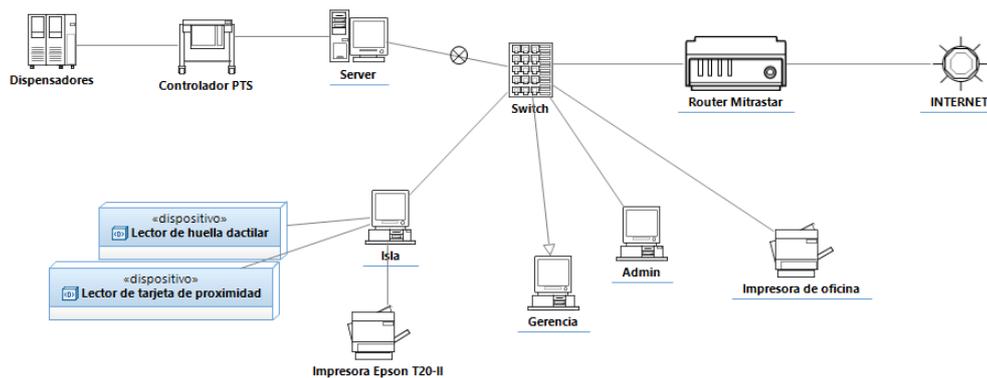


Figura 2. Diagrama de despliegue del sistema SnyFuel

La Web Api, el motor de base de datos, la página web y módulo servidor están instalados en el servidor, el módulo de ventas (isla) están instalado en la computadora de isla.

El servidor tiene conectado el controlador PTS (ver Anexo 9), el cual, a su vez, está conectado a los dispensadores, con el fin de obtener información como precio y ventas de estos últimos. El módulo de servidor tiene como función principal administrar las funcionalidades del controlador PTS, como son:

- Cambio de precio en dispensadores.
- Visualización de contómetros.
- Obtener información de ventas.

El módulo servidor tiene como función indispensable, registrar en la base la base de datos las ventas que obtiene de los dispensadores, por medio del controlador PTS, para que estas puedan ser procesadas por el módulo de isla o el módulo de administración según sea requerido.

La computadora de isla tiene conectados una impresora térmica modelo Epson T20-II, un lector de huella dactilar, y un lector tarjetas de proximidad. Los sistemas de

autenticación conectado en isla, permiten identificar a clientes y poder acceder a beneficios que la empresa da a los clientes, como son descuentos o créditos.

3.1.3. Definición de modelo de calidad

Respecto al modelo de calidad que usa en esta investigación, la norma ISO/IEC provee de una guía llamada Requisitos y Evaluación de Calidad de Productos de Software (SQuaRe), cuyo principal objetivo es guiar durante el proceso de evaluación de calidad de productos de software estableciendo criterios para la especificación de requisitos, métricas y evaluación de calidad de productos de software (ver Anexo 1).

La norma ISO/IEC también proporciona un modelo de evaluación, en cual es adaptado a las necesidades de la presente investigación (ver Anexo 2);

3.1.4. Determinación del modelo de calidad

Para la evaluación del sistema SnyFuel, y teniendo en cuenta la arquitectura funcional y lo de detallado en el modelo de calidad referencial que provee la ISO/IEC 25000, se determinó adaptar el modelo referencial seleccionando características y subcaracterísticas que deben ser considerados para la evaluación del sistema SnyFuel.

El sistema Snyfuel se compone de tres módulos, (Isla, Servidor, Administración), por lo que se determinó hacer una evaluación a cada módulo, ya que cada módulo está dirigido a un tipo de usuario diferente, tienen funcionalidades diferentes, y en el caso del módulo administración está desarrollado en una plataforma distinta (Web).

Para poder realizar la evaluación de forma concisa se asignó un nivel de importancia a cada característica y subcaracterística de calidad. La definición de características,

su características y atributos de la calidad interna, externa y en uso se realizarán dependiendo del grado de importancia que tenga cada módulo del sistema SnyFuel.

3.1.4.1. Definición de características de calidad

Las características de calidad que presenta la norma ISO/IEC 25000 están hechas para todos los productos de software, pero dependiendo del tipo de sistema a evaluar las características tendrán un grado de importancia mayor o menor que otro.

En la Tabla 44 se presenta la definición del nivel de importancia que se va a aplicar a las características del sistema SnyFuel. Dicha definición aplicara para todos los módulos del sistema SnyFuel.

Tabla 1

Definición del nivel de importancia

Nivel de Importancia	Simbología	Porcentaje referencial del nivel de importancia	Significado
ALTO	A	70% - 100%	El grado de importancia de la característica y subcaracterística es alto por ende se realizará las mediciones.
MEDIO	M	25% - 69%	La característica y subcaracterística no es tan relevante, pero puede o no ser medida dependiendo del criterio del evaluador.
BAJO	B	1% - 24%	La característica y subcaracterística no tiene relevancia y no será medida.
NO APLICA	NA	0%	Este valor se dará a la característica y subcaracterística que no se pueden medir dependiendo de diferentes factores

Nota: Recuperado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

En base a lo establecido, se ha seleccionado características y subcaracterísticas de calidad, definidas por la norma ISO/IEC 25000, para la evaluación de calidad del sistema SnyFuel. Este proceso se ha llevado con la aprobación y en conjunto con el administrador de la empresa, con el de establecer la prioridad a las características de calidad en base a las necesidades de la empresa. Dicha selección de características y subcaracterísticas se detallan en el Anexo 3, y la ficha de selección de características hecha con el usuario principal se detalla en el Anexo 12.

3.1.4.2. Ponderación en porcentaje de las características de calidad.

A cada característica seleccionada se le asigno una ponderación en porcentaje, en base al nivel de importancia, para este procedimiento se trabajó en conjunto con el usuario principal de la empresa, con el fin de que el valor asignado a cada característica sea acorde a las necesidades de la empresa (ver Anexo 4).

Para determinar y analizar el nivel de calidad del sistema SnyFuel, se establece una escala de medición que se define que, en la Tabla 2, dicha escala se utilizará para analizar el resultado final de las características de calidad interna, externa y en uso. Dicho nivel de puntuación está basado en el diagrama de puntuación proporcionado por la ISO/IEC 14598 (ver Anexo 11).

Tabla 2

Nivel de Puntuación final para la calidad interna, externa y en uso

Escala de medición	Niveles de puntuación	Grado de satisfacción
8.75 - 10	Cumple con los requisitos	Muy satisfactorio
5 – 8.74	Aceptable	Satisfactorio
2.75 – 4.9	Mínimamente aceptable	Insatisfactorio
0 – 2.74	Inaceptable	

Nota: Recuperado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

Así mismo, para analizar la calidad del producto de software SnyFuel se utilizará una matriz de calidad, la cual permitirá al evaluador realizar una evaluación completa del producto de software.

En la Figura 3 se puede observar el modelo de la matriz de calidad que se va a utilizar en este proyecto (Balseca, 2014).

Subcaracterística	Métrica	Fórmula	Valor Deseado	APLICA	VALOR OBTENIDO	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	OBSERVACIONES	
Subcaracterística	Métrica	X = A / B	1	SI	A =	10	10	10	A	100%	10	
					B =	10						
					X =	1						

Figura 3. Ejemplo de matriz de calidad

3.1.4.3. Preparación de requerimientos de evaluación

Para realizar el análisis del sistema se va a utilizar las siguientes herramientas:

- Administrador de tareas de Windows.
- Monitor de rendimiento.
- Plataforma de registro NLog.
- Extensión de SonarQube para Visual Studio.
- IDE Visual Studio.

3.2. Objetivo específico 1: Determinar el nivel de calidad del sistema SnyFuel antes de la aplicación de la norma ISO/IEC 25000

El pre-test consistió en aplicar las matrices de calidad, los cuales se muestran en el Anexo 5, para evaluar la calidad interna, externa y en uso.

3.2.1. Calidad Interna

La evaluación de calidad interna se realizó para cada módulo, obteniendo los siguientes resultados.

3.2.1.1. Módulo servidor

El resultado de la evaluación de calidad interna para el módulo servidor se muestra en la Tabla 3:

Tabla 3

Resultado de evaluación de calidad interna del módulo servidor

Características	Nivel de importancia	de Ponderación (%)	Resultado
Adecuación funcional	A	20%	1,65
Fiabilidad	M	15%	0,95
Eficiencia en el desempeño	M	20%	0,20
Facilidad de uso	M	15%	1,11
Seguridad	M	15%	1,00
Compatibilidad	NA	0%	0,00
Mantenibilidad	M	15%	0,80
Portabilidad	NA	0%	0,00
NIVEL DE CALIDAD			5,71

Nota: Fuente: Matrices de calidad externa.

Interpretación

Se muestran los valores de las características de calidad interna, obteniendo un puntaje total de 5.71 en calidad interna, lo que indica que, bajo la referencia de la Tabla 2 tiene un nivel de calidad interna “aceptable” y un nivel de satisfacción “satisfactorio”.

3.2.1.2. Módulo isla

El resultado de la evaluación de calidad interna para el módulo isla se muestra en la Tabla 4:

Tabla 4

Resultado de evaluación de calidad interna del módulo isla

Características	Nivel de importancia	Ponderación (%)	Resultado
Adecuación funcional	A	20%	1,68
Fiabilidad	M	15%	0,57
Eficiencia en el desempeño	M	20%	0,48
Facilidad de uso	M	15%	1,23
Seguridad	M	15%	1,25
Compatibilidad	NA	0%	0,00
Mantenibilidad	M	15%	1,04
Portabilidad	NA	0%	0,00
NIVEL DE CALIDAD			6,25

Nota: Fuente: Matrices de calidad externa.

Interpretación

Se muestran los valores de las características de calidad interna, obteniendo un puntaje total de 6.25 en calidad interna, lo que indica que, bajo la referencia de la Tabla 3 tiene un nivel de calidad interna “aceptable” y un nivel de satisfacción “satisfactorio”.

3.2.1.3. Módulo administración

El resultado de la evaluación de calidad interna para el módulo isla se muestra en la Tabla 5:

Tabla 5

Resultado de evaluación de calidad interna del módulo administración

Características	Nivel de importancia	Ponderación (%)	Resultado
Adecuación funcional	A	25%	1,36
Fiabilidad	M	10%	0,79
Eficiencia en el desempeño	M	15%	0,39
Facilidad de uso	M	15%	1,04
Seguridad	M	10%	0,66
Compatibilidad	NA	0%	0,00
Mantenibilidad	M	25%	1,50
Portabilidad	NA	0%	
NIVEL DE CALIDAD			5,74

Nota: Fuente: Matrices de calidad interna.

Interpretación

Se muestran los valores de las características de calidad interna, obteniendo un puntaje total de 5.74 en calidad interna, lo que indica que, bajo la referencia de la Tabla 4 tiene un nivel de calidad interna “aceptable” y un nivel de satisfacción “satisfactorio”.

3.2.2. Calidad Externa

La evaluación de calidad externa se realizó para cada módulo

3.2.2.1. Módulo servidor

El resultado de la evaluación de calidad externa para el módulo servidor se muestra en la Tabla 6:

Tabla 6

Resultado de evaluación de calidad externa del módulo servidor

Características	Nivel de importancia	Ponderación (%)	Resultado
Adecuación funcional	A	20%	1,19
Fiabilidad	M	15%	0,75
Eficiencia en el desempeño	M	15%	1,08
Facilidad de uso	M	10%	0,73
Seguridad	M	5%	0,17
Compatibilidad	A	15%	1,33
Mantenibilidad	M	10%	0,75
Portabilidad	M	10%	0,46
NIVEL DE CALIDAD			6,45

Nota: Matrices de calidad externa.

Interpretación

Se muestran los valores de las características de calidad externa, obteniendo un puntaje total de 6.45 en calidad externa, lo que indica que, bajo la referencia de la Tabla 5 tiene un nivel de calidad externa “aceptable” y un nivel de satisfacción “satisfactorio”.

3.2.2.2. Módulo isla

El resultado de la evaluación de calidad externa para el módulo isla se muestra en la

Tabla 7:

Tabla 7

Resultado de evaluación de calidad externa del módulo isla

Características	Nivel de importancia	Ponderación (%)	Resultado
Adecuación funcional	A	20%	0,89
Fiabilidad	M	15%	1,03
Eficiencia en el desempeño	M	15%	1,23
Facilidad de uso	M	10%	0,57
Seguridad	M	5%	0,25
Compatibilidad	A	15%	0,83
Mantenibilidad	M	10%	0,86
Portabilidad	M	10%	0,44
NIVEL DE CALIDAD			6,10

Nota: Fuente: Matrices de calidad interna.

Interpretación

Se muestran los valores de las características de calidad externa, obteniendo un puntaje total de 6.10 en calidad externa, lo que indica que, bajo la referencia de la Tabla 6 tiene un nivel de calidad externa “aceptable” y un nivel de satisfacción “satisfactorio”.

3.2.2.3. Módulo administración

El resultado de la evaluación de calidad externa para el módulo isla se muestra en la

Tabla 8:

Tabla 8

Resultado de evaluación de calidad externa del módulo administración

Características	Nivel de importancia	Ponderación (%)	Resultado
Adecuación funcional	A	20%	1,48
Fiabilidad	M	15%	0,68
Eficiencia en el desempeño	M	13%	0,85
Facilidad de uso	M	15%	0,79
Seguridad	M	5%	0,41
Compatibilidad	A	20%	1,99
Mantenibilidad	M	12%	1,20
Portabilidad	NA	0%	0,00
NIVEL DE CALIDAD			7,39

Nota: Fuente: Matrices de calidad interna.

Interpretación

Se muestran los valores de las características de calidad externa, obteniendo un puntaje total de 7.39 en calidad externa, lo que indica que, bajo la referencia de la Tabla 7 tiene un nivel de calidad externa “aceptable” y un nivel de satisfacción “satisfactorio”.

3.2.3. Calidad en Uso

La evaluación de calidad en uso se realizó para cada módulo. Además de las matrices de calidad se utilizó encuestas para medir la característica de satisfacción (ver Anexo 7).

3.2.3.1. Módulo servidor

El resultado de la evaluación de calidad en uso para el módulo servidor se muestra en la Tabla 9:

Tabla 9

Resultado de evaluación de calidad en uso del módulo servidor

Características	Nivel de importancia	Ponderación (%)	Resultado
Efectividad	A	30%	3,00
Eficiencia	M	20%	1,50
Satisfacción	A	40%	3,30
Libertad de Riesgo	M	10%	1,00
Cobertura de Contexto	NA	0%	0,00
NIVEL DE CALIDAD			8,80

Nota: Fuente: Matrices de calidad en uso.

Interpretación

Se muestran los valores de las características de calidad en uso, obteniendo un puntaje total de 8.80, lo que indica que, bajo la referencia de la Tabla 8 tiene un nivel de satisfacción “muy satisfactorio”.

3.2.3.2. Módulo isla:

El resultado de la evaluación de calidad en uso para el módulo isla se muestra en la

Tabla 10:

Tabla 10

Resultado de evaluación de calidad en uso del módulo isla

Características	Nivel de importancia	Ponderación (%)	Resultado
Efectividad	A	30%	2,70
Eficiencia	M	20%	1,35
Satisfacción	A	40%	2,65
Libertad de Riesgo	M	10%	1,00
Cobertura de Contexto	NA	0%	0,00
NIVEL DE CALIDAD			7,70

Nota: Fuente: Matrices de calidad en uso.

Interpretación

Se muestran los valores de las características de calidad en uso, obteniendo un puntaje total de 7.70, lo que indica que, bajo la referencia de la Tabla 9 tiene un nivel de calidad en uso “aceptable” y un nivel de satisfacción “satisfactorio”.

3.2.3.3. Módulo administración

El resultado de la evaluación de calidad en uso para el módulo isla se muestra en la

Tabla 11:

Tabla 11

Resultado de evaluación de calidad en uso del módulo administración

Características	Nivel de importancia	Ponderación (%)	Resultado
Efectividad	A	30%	2,50
Eficiencia	M	20%	1,09
Satisfacción	A	40%	3,33
Libertad de Riesgo	M	10%	1,00
Cobertura de Contexto	NA	0%	0,00
NIVEL DE CALIDAD			7,91

Nota: Fuente: Matrices de calidad en uso.

Interpretación

Se muestran los valores de las características de calidad en uso, obteniendo un puntaje total de 7.91, lo que indica que, bajo la referencia de la Tabla 10 tiene un nivel de calidad en uso “aceptable” y un nivel de satisfacción “satisfactorio”.

3.2.4. Conclusión de Pre-Test

Después de haber realizado el pre-test y analizado los datos obtenidos, concluimos lo siguiente:

El módulo servidor tiene un puntaje de calidad de 6.99, lo que indica que tiene un nivel de calidad satisfactorio (ver Tabla 12).

Tabla 12

Nivel de calidad del módulo servidor

Calidad	Puntaje
Interna	5,71
Externa	6,45
En Uso	8,80
Total	6,99

El módulo isla tiene un puntaje de calidad de 6.68, lo que indica que tiene un nivel de calidad satisfactorio (ver Tabla 13).

Tabla 13

Nivel de calidad del módulo isla

Calidad	Puntaje
Interna	6,25
Externa	6,10
En Uso	7,70
Total	6,68

El módulo administración tiene un puntaje de calidad de 7.01, lo que indica que tiene un nivel de calidad satisfactorio (ver Tabla 14).

Tabla 14

Nivel de calidad del módulo administración

Calidad	Puntaje
Interna	5,74
Externa	7,39
En Uso	7,91
Total	7,01

Al promediar el puntaje obtenido por los tres módulos en la evaluación de calidad interna, externa y en uso, se obtiene el puntaje de calidad general del sistema SnyFuel, el cual es de 6.89, lo que significa que el nivel de calidad actual del sistema Snyfuel es “satisfactorio” (ver Tabla 15).

Tabla 15

Resultado de calidad general del sistema SnyFuel en el pre-test

Módulo	Puntaje
Isla	6,68
Servidor	6,99
Administración	7,01
Total	6,89

3.3. Objetivo específico 2: Mejorar el sistema SnyFuel mediante el uso de la ISO/IEC 25000.

Teniendo los resultados del pre-test, se optó por hacer las siguientes mejoras en el sistema SnyFuel teniendo como referencia las características de la norma ISO/IEC 25000:

3.3.1. Características de calidad interna y externa

3.3.1.1. Adecuación funcional

Implementación de las siguientes funcionalidades:

Módulo Isla:

- Insertar Serafín.
- Insertar devolución de combustible.
- Insertar préstamo de combustible.
- Insertar transferencia de combustible
- Cambiar forma de pago de venta realizada.
- Actualizar ingreso de combustible
- Fraccionamiento de ventas
- Egresos en turno de usuario
- Ingreso de efectivo a caja fuerte dentro de turno de usuario
- Ingreso de contómetros mecánicos de manera opcional.
- Impresión de código QR en comprobantes electrónicos.
- Facturación de recibos internos de ventas.

Módulo Servidor:

- Reinicio automático.
- Cambio de turno laboral automático.
- Reseteo de dispensadores.

Módulo Administración:

- Procesamiento de recibos mensuales
- Procesamiento de pagos adelantados
- Procesamiento de vales de crédito
- Aplicación de descuento a múltiples clientes
- Predicción de ventas por producto y en efectivo
- Procesamiento de notas de crédito y débito electrónicos
- Procesamiento de facturas de flete
- Procesamiento de turnos de usuario a nivel de supervisión.

3.3.1.2. Fiabilidad

Al ser una empresa de categoría mype, no cuenta con servidor de respaldo en caso de falla o de mantenimiento de equipos, por esta razón se ha implementado lo siguiente:

3.3.1.2.1 Servidor

Aplicativo portable con funciones básicas para administración de dispensadores, cuya función principal es, en caso de que el servidor se encuentre desconectado por falla o mantenimiento, se garantice el funcionamiento de los dispensadores y el controlador PTS.

3.3.1.2.2 Isla

Al ser un aplicativo que consume un servicio instalado en el servidor, la indisposición del servidor conllevaría a un detener el proceso de facturación, lo que podría generar pérdidas en términos monetarios. Con el fin de evitar el problema antes mencionado y garantizar un elevado nivel de eficiencia de ventas se implementó un módulo portable de ventas, que solo tiene la función de genera comprobantes electrónicos, información que se sincroniza con el base de datos principal cuando esté disponible.

3.3.1.3. Eficiencia de desempeño

En la característica de eficiencia de desempeño se ha considerado los siguientes cambios como mejoras generales:

- Generar un contexto de base de datos para cada operación.
- Crear una instancia de conexión a base de datos de solo lectura para operaciones que solo requieran leer datos (ver Figura 4).

```
using (DbContextScope.CreateReadOnly())  
{  
    ...  
}
```

Figura 4. Instancia de base de datos de solo lectura

- Crear una instancia de conexión de base de datos de escritura y lectura para operaciones de inserción y actualización de datos como se muestra en la figura 5.

```
using (var ctx = DbContextScope.Create())  
{  
    ...  
}
```

Figura 5. Instancia de base de datos de lectura y escritura

- Aumentar el número de procedimientos almacenados para funciones de consultas y reportes
- Disminuir líneas de código en las funciones y métodos, creando funciones y métodos más cortos y entendibles, por ejemplo, la función de ventas (ver Figura 6).

```
switch (model.tipo_doc)
{
    case Enums.ComprobanteEmision.Ticket_Factura:
        _rh = DependencyFactory.GetInstance<IGuardarFacturaElectronica>()
            .FunctionFacturaElectronica(model);
        break;

    case Enums.ComprobanteEmision.Ticket_Boleta:
        _rh = DependencyFactory.GetInstance<IGuardarBoletaElectronica>()
            .FunctionBoletaElectronica(model);
        break;

    case Enums.ComprobanteEmision.Recibo:
        _rh = DependencyFactory.GetInstance<IGuardarReciboService>().Insert(model);
        break;

    case Enums.ComprobanteEmision.Vale_Credito:
        _rh = DependencyFactory.GetInstance<IGuardarValeCreditoService>().Insert(model);
        break;

    case Enums.ComprobanteEmision.Pago_Adelantado:
        _rh = DependencyFactory.GetInstance<IGuardarPagoAdelantadoService>().Guardar(model);
        break;
}
```

Figura 6. Ejemplo de función de ingresar venta

- Utilizar consultas paralelas de Entity Framework para aumentar la velocidad de respuesta por consulta. En la Figura 7 se puede observar una consulta sin utilizar consultas paralelas.

```
var query = venta_ctx.Where(
    x => x.TurnoUserId == id &&
    x.estado != Enums.EstadoVenta.Anulado);
```

Figura 7. Método sin utilizar consultas paralelas

En la Figura 8 se puede observar la consulta anterior modificada y haciendo uso de consultas paralelas.

```
var query = venta_ctx.AsParallel().Where(
    x => x.TurnoUserId == id &&
    x.estado != Enums.EstadoVenta.Anulado);
```

Figura 8. Método utilizando consultas paralelas

3.3.1.3.1 Módulo Isla

- Utilización de procesos paralelos para comunicación con lector de huella dactilar y lector de tarjeta de proximidad.
- Reducir aspectos estéticos para mejorar el rendimiento en equipos de cómputo de bajos recursos.
- Reducir el número de consultas a las Web API, utilizando registro de datos temporales.

3.3.1.3.2 Módulo Servidor:

- Uso de procesos en segundo plano para manejar conexión con el controlador PTS.
- Aumentar el número de procesos paralelos con el fin de garantizar rendimiento en cada proceso de forma independiente, de esta forma garantizar el uso continuo, un ejemplo se puede ver en la Figura 9.

```
TimerSignalr.Tick += (s, a) =>
{
    try
    {
        Dispatcher.BeginInvoke(new Action(() =>
        {
            if (_pts != null)
            {
                try
                {
                    Hub.Invoke("PtsConnected", _pts.IsOpen);
                }
                catch (Exception)
                {
                }
            }
        }));
    }
    catch (Exception ex)
    {
        SetStatusOperation(ex.Message);
    }
};
TimerSignalr.Start();
```

Figura 9. Ejemplo del uso de procesos en segundo plano

- Agregar servicio de liberación de procesos con el fin de reducir consumo innecesario de recursos (CPU).

3.3.1.3.3 Administración:

- Reducir uso de recursos visuales para aumentar carga de datos.
- Aumentar procesos en lado del cliente con el fin de disminuir carga en el servidor y también disminuir tiempo de respuesta (ver Figura 10).

```
public class CustomIdentity : IIdentity
{
    2 referencias
    public CustomIdentity(
        string name,
        string[] roles,
        string id,
        int igv,
        string id_turno_usuario,
        string impresora,
        string _serie_impresora,
        string _id_terminal,
        string _terminal,
        string _token,
        ConfigIdentity config)
    {
        Name = name;
        Roles = roles;
        Id = id;
        Igv = igv;
        Id_Turno_Usuario = id_turno_usuario;
        impresora_terminal = impresora;
        serie_impresora = _serie_impresora;
        _ConfigIdentity = config;
        id_terminal = _id_terminal;
        terminal = _terminal;
        token = _token;
    }
}
```

Figura 10. Clase para guardar información de turno de usuario

3.3.1.4. Facilidad de uso

- Centralizar los mensajes de error.
- Crear clases de validación con mensajes personalizados.
- Agregar tooltips a botones de acción.

3.3.1.5. Seguridad

- Agregar sistema de autenticación con Json Web Tokens en el módulo de isla y en módulo de servidor. En módulo de servidores posible configurar el inicio de sesión automático al iniciar la aplicación.
- Agregar método de auditoria a más tablas.

3.3.1.6. Mantenibilidad

- Reducir la profundidad de herencia a 2 con el finde reducir el acoplamiento de clases.
- Manejo de excepciones con NLog, con el fin de capturar el error, la clase, función y línea de código donde se originó (ver Figura 11).

```
[ERROR] 03:07:26.253:
- Service.Services.FacturaElectronicaService.ParaImprimirVarios (Line #907)
- El valor no puede ser nulo.
Nombre del parámetro: source

[ERROR] 09:16:15.415:
- Service.MachineLearningServices.PrediccionVentaService.PrediccionPorProducto (Line #184)
- El índice estaba fuera del intervalo. Debe ser un valor no negativo e inferior al tamaño de la colección.
Nombre del parámetro: index

[ERROR] 09:19:02.529:
- Service.MachineLearningServices.PrediccionVentaService.PrediccionPorProducto (Line #184)
- El índice estaba fuera del intervalo. Debe ser un valor no negativo e inferior al tamaño de la colección.
Nombre del parámetro: index
```

Figura 11. Ejemplo de archivo generado por NLog

- Incrementar el número de métodos y funciones reutilizables, como por ejemplo separara la funcionalidad completa de facturación electrónica con el fin de incrementar la cohesión.
- Reducir el número de condicionales utilizando FluentValidation.
- Reemplazar DataAnnotations por FluentValidation con el fin de que el código sea más legible.
- Focalizar la funcionalidad de métodos y funciones.
- Fomentar la alta cohesión y el bajo acoplamiento.

3.3.2. Modificación de aspecto general

Se ha considerado hacer cambios que no tienen una categorización dentro de lo estipulado en la norma ISO/IEC 2500, sin embargo, se considera que son de ayuda en los aspectos de rendimiento y optimización.

Cambio de arquitectura:

En la Figura 12 se muestra la arquitectura previa a las modificaciones. Se observa que el elemento “Repository.dll” es el único encargado del acceso a datos, así también observamos que el elemento “Service.dll” es el único elemento encargado de la lógica de negocio, y solo un elemento común que son las entidades.

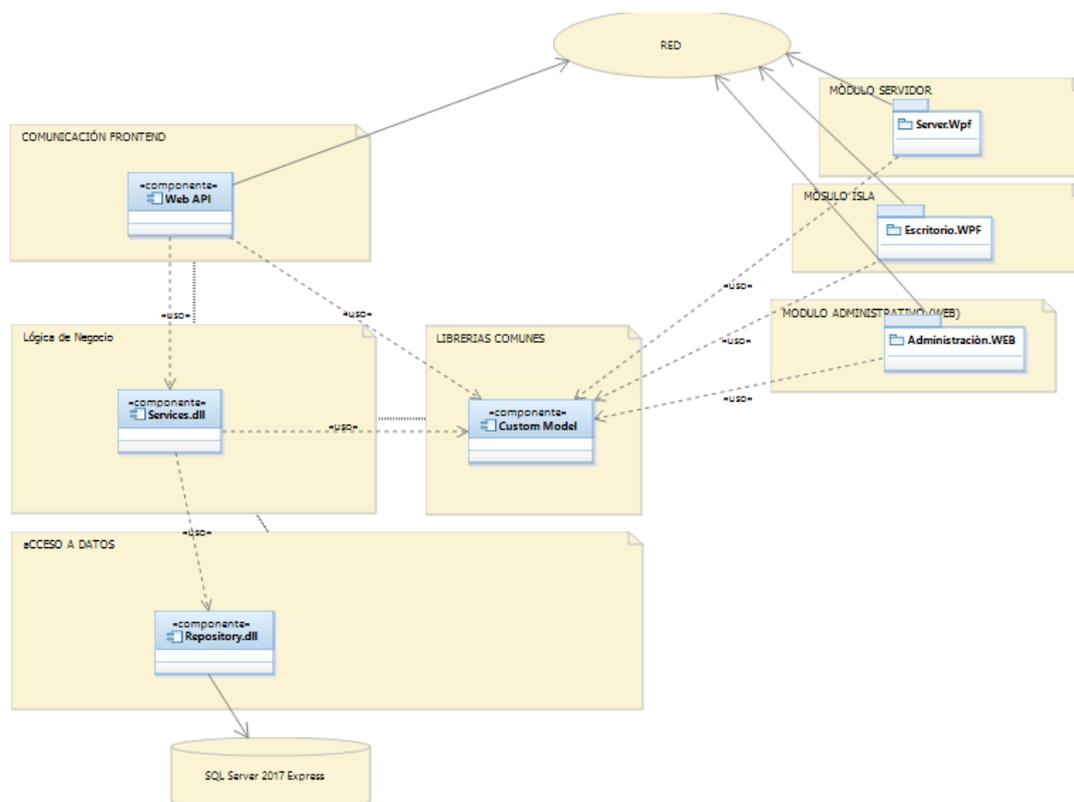


Figura 12. Arquitectura antes del pre-test

Por otro lado, en la Figura 13 se observa una arquitectura diferente a la anterior, con mayor número de elementos en cada, por ejemplo, en el acceso a datos tenemos 3 elementos, el elemento “Repository”, encargado de la manipulación de datos; el elemento DbContextScope, encargado de manipula el alcance de las instancias a la base de datos, ya sea de lectura y escritura o de solo lectura; y el elemento DataBaseContext, elemento encargado de crear las instancias de base de datos. En la capa de lógica de negocio tenemos dos elementos agregados, el elemento “Validator.dll”, encargado de las validaciones del sistema y retornar determinado mensaje de error, y el elemento “Auth.Service.dll”, cuya función es la de identificar al usuario y realizar el procedimiento de logueo al sistema.

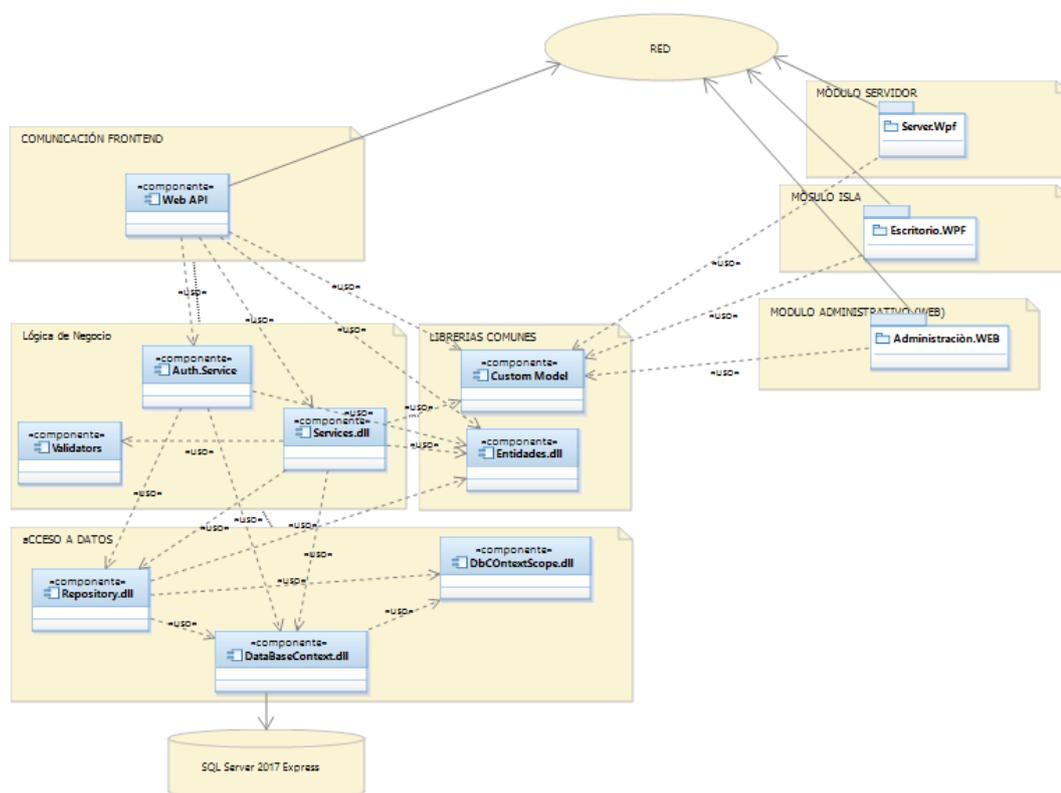


Figura 13. Arquitectura después del pre-test

3.4. Objetivo específico 3: Determinar el nivel de calidad del sistema SnyFuel después de la aplicación de la norma ISO/IEC 25000

Como paso posterior a las modificaciones hechas en el sistema SnyFuel se realizó el post-test consistió en aplicar las matrices de calidad, los cuales se muestran en el Anexo 6, para evaluar la calidad interna, externa y en uso.

3.4.1. Calidad Interna

La evaluación de calidad interna se realizó para cada módulo

3.4.1.1. Módulo servidor

El resultado de la evaluación de calidad interna para el módulo servidor se muestra en la Tabla 16:

Tabla 16

Resultado de evaluación de calidad interna del módulo servidor en el post-test

Características	Nivel de importancia	Ponderación (%)	Resultado
Adecuación funcional	A	20%	2,00
Fiabilidad	M	15%	1,50
Eficiencia en el desempeño	M	20%	1,36
Facilidad de uso	M	15%	1,46
Seguridad	M	15%	1,25
Compatibilidad	A	0%	0,00
Mantenibilidad	M	15%	0,95
Portabilidad	NA	0%	0,00
NIVEL DE CALIDAD			8,52

Nota. Fuente: Matrices de calidad interna

Interpretación

Se muestran los valores de las características de calidad interna, obteniendo un puntaje total de 8.52 en calidad interna, lo que indica que, bajo la referencia de la Tabla 16 tiene un nivel de satisfacción “satisfactorio”.

3.4.1.2. Módulo isla

El resultado de la evaluación de calidad interna para el módulo isla se muestra en la

Tabla 17:

Tabla 17

Resultado de evaluación de calidad interna del módulo isla en el post-test

Características	Nivel de importancia	Ponderación (%)	Resultado
Adecuación funcional	A	20%	1,95
Fiabilidad	M	15%	1,35
Eficiencia en el desempeño	M	20%	1,08
Facilidad de uso	M	15%	1,42
Seguridad	M	15%	1,50
Compatibilidad	A	0%	0,00
Mantenibilidad	M	15%	1,20
Portabilidad	NA	0%	0,00
NIVEL DE CALIDAD			8,50

Nota. Fuente: Matrices de calidad interna

Interpretación

Se muestran los valores de las características de calidad interna, obteniendo un puntaje total de 8.50 en calidad interna, lo que indica que, bajo la referencia de la Tabla 17 tiene un nivel de satisfacción “satisfactorio”.

3.4.1.3. Módulo administración

El resultado de la evaluación de calidad interna para el módulo isla se muestra en la

Tabla 18:

Tabla 18

Resultado de evaluación de calidad interna del módulo administración en el post-test

Características	Nivel de importancia	de Ponderación (%)	Resultado
Adecuación funcional	A	25%	2,50
Fiabilidad	M	10%	1,00
Eficiencia en el desempeño	M	15%	0,69
Facilidad de uso	M	15%	1,42
Seguridad	M	10%	0,83
Compatibilidad	A	0%	0,00
Mantenibilidad	M	25%	1,95
Portabilidad	NA	0%	0,00
NIVEL DE CALIDAD			8,39

Nota. Fuente: Matrices de calidad interna

Interpretación

Se muestran los valores de las características de calidad interna, obteniendo un puntaje total de 8.39 en calidad interna, lo que indica que, bajo la referencia de la Tabla 18 tiene un nivel de satisfacción “satisfactorio”.

3.4.2. Calidad Externa

La evaluación de calidad externa se realizó para cada módulo

3.4.2.1. Módulo servidor

El resultado de la evaluación de calidad externa para el módulo servidor se muestra en la Tabla 19:

Tabla 19

Resultado de evaluación de calidad externa del módulo servidor en el post-test

Características	Nivel de importancia	Ponderación (%)	Resultado
Adecuación funcional	A	20%	2,00
Fiabilidad	M	15%	1,31
Eficiencia en el desempeño	M	15%	1,45
Facilidad de uso	M	10%	0,91
Seguridad	M	5%	0,50
Compatibilidad	A	15%	1,50
Mantenibilidad	M	10%	1,00
Portabilidad	M	10%	0,94
NIVEL DE CALIDAD			9,61

Nota. Fuente: Matrices de calidad externa

Interpretación

Se muestran los valores de las características de calidad externa, obteniendo un puntaje total de 9.61 en calidad externa, lo que indica que, bajo la referencia de la Tabla 19 tiene un nivel de satisfacción “muy satisfactorio”.

3.4.2.2. Módulo isla

El resultado de la evaluación de calidad externa para el módulo isla se muestra en la

Tabla 20:

Tabla 20

Resultado de evaluación de calidad externa del módulo isla en el post-test

Características	Nivel de importancia	de Ponderación	Resultado
Adecuación funcional	A	20%	2,00
Fiabilidad	M	15%	1,50
Eficiencia en el desempeño	M	15%	1,39
Facilidad de uso	M	10%	0,92
Seguridad	M	5%	0,50
Compatibilidad	A	15%	1,50
Mantenibilidad	M	10%	1,00
Portabilidad	M	10%	0,89
NIVEL DE CALIDAD			9,71

Nota. Fuente: Matrices de calidad interna

Interpretación

Se muestran los valores de las características de calidad externa, obteniendo un puntaje total de 9.71 en calidad externa, lo que indica que, bajo la referencia de la Tabla 20 tiene un nivel de satisfacción “muy satisfactorio”.

3.4.2.3. Módulo administración

El resultado de la evaluación de calidad externa para el módulo isla se muestra en la Tabla 21:

Tabla 21

Resultado de evaluación de calidad externa del módulo administración en el post-test

Características	Nivel de importancia	Ponderación (%)	Resultado
Adecuación funcional	A	20%	2,00
Fiabilidad	M	15%	1,29
Eficiencia en el desempeño	M	13%	1,22
Facilidad de uso	M	15%	1,46
Seguridad	M	5%	0,42
Compatibilidad	A	20%	2,00
Mantenibilidad	M	12%	1,20
Portabilidad	NA	0%	0,00
NIVEL DE CALIDAD			9,58

Nota. Fuente: Matrices de calidad externa

Interpretación

Se muestran los valores de las características de calidad externa, obteniendo un puntaje total de 9.58 en calidad externa, lo que indica que, bajo la referencia de la Tabla 21 tiene un nivel de satisfacción “muy satisfactorio”.

3.4.3. Calidad en Uso

La evaluación de calidad en uso se realizó para cada módulo. Además de las matrices de calidad se utilizó encuestas para medir la característica de satisfacción (ver Anexo 6).

3.4.3.1. Módulo servidor

El resultado de la evaluación de calidad en uso para el módulo servidor se muestra en la Tabla 22:

Tabla 22

Resultado de evaluación de calidad en uso del módulo servidor en el post-test

Características	Nivel de importancia	Ponderación (%)	Resultado
Efectividad	A	30%	3,00
Eficiencia	M	20%	1,75
Satisfacción	A	40%	3,80
Libertad de Riesgo	M	10%	1,00
Cobertura de Contexto	NA	0%	0,00
NIVEL DE CALIDAD			9,55

Nota. Fuente: Matrices de calidad en uso

Interpretación

Se muestran los valores de las características de calidad en uso, obteniendo un puntaje total de 9.55, lo que indica que, bajo la referencia de la Tabla 22 tiene un nivel de calidad un nivel de satisfacción “muy satisfactorio”.

3.4.3.2. Módulo isla

El resultado de la evaluación de calidad en uso para el módulo isla se muestra en la

Tabla 23:

Tabla 23

Resultado de evaluación de calidad en uso del módulo isla en el post-test

Características	Nivel de importancia	Ponderación (%)	Resultado
Efectividad	A	30%	2,76
Eficiencia	M	20%	1,53
Satisfacción	A	40%	3,33
Libertad de Riesgo	M	10%	1,00
Cobertura de Contexto	NA	0%	0,00
NIVEL DE CALIDAD			8,63

Nota. Fuente: Matrices de calidad en uso

Interpretación

Se muestran los valores de las características de calidad en uso, obteniendo un puntaje total de 8.63, lo que indica que, bajo la referencia de la Tabla 23 tiene un nivel de calidad un nivel de satisfacción “satisfactorio”.

3.4.3.3. Módulo administración

El resultado de la evaluación de calidad en uso para el módulo isla se muestra en la Tabla 24:

Tabla 24

Resultado de evaluación de calidad en uso del módulo administración en el post-test

Características	Nivel de importancia	Ponderación (%)	Resultado
Efectividad	A	30%	2,88
Eficiencia	M	20%	1,21
Satisfacción	A	40%	3,64
Libertad de Riesgo	M	10%	1,00
Cobertura de Contexto	NA	0%	0,00
NIVEL DE CALIDAD			8,73

Nota. Fuente: Matrices de calidad en uso

Interpretación

Se muestran los valores de las características de calidad en uso, obteniendo un puntaje total de 8.73, lo que indica que, bajo la referencia de la Tabla 24 tiene un nivel de satisfacción “satisfactorio”.

3.4.4. Conclusión de Post-Test

Después de haber realizado el post-test y analizado los datos obtenidos, concluimos lo siguiente:

El módulo servidor tiene un puntaje de calidad de 9.23, lo que indica que tiene un nivel de calidad muy satisfactorio (ver Tabla 25).

Tabla 25

Nivel de calidad del módulo servidor en el post-test

Calidad	Puntaje
Interna	8,52
Externa	9,61
En Uso	9,55
Total	9,23

El módulo isla tiene un puntaje de calidad de 8.95, lo que indica que tiene un nivel de calidad muy satisfactorio (ver Tabla 26).

Tabla 26

Nivel de calidad del módulo isla en el post-test

Calidad	Puntaje
Interna	8,5
Externa	9,71
En Uso	8,63
Total	8,95

El módulo administración tiene un puntaje de calidad de 8.90, lo que indica que tiene un nivel de calidad muy satisfactorio (ver Tabla 27).

Tabla 27

Nivel de calidad del módulo administración en el post-test

Calidad	Puntaje
Interna	8,39
Externa	9,58
En Uso	8,73
Total	8,90

Al promediar el puntaje obtenido por los tres módulos en la evaluación de calidad interna, externa y en uso, se obtiene el puntaje de calidad general del sistema SnyFuel, el cual es de 6.89, lo que significa que el nivel de calidad actual del sistema SnyFuel es “satisfactorio” (ver Tabla 28).

Tabla 28

Resultado de calidad general del sistema SnyFuel en el post-test

Módulo	Puntaje
Isla	8,95
Servidor	9,23
Administración	8,90
Total	9,03

3.4.5. Interpretación de datos

Comparando los resultados del pre-test y post-test mostrados en la Tabla 29, se puede apreciar que la aplicación de la ISO/IEC mejora considerablemente la calidad del sistema SnyFuel.

Tabla 29 *Comparación entre pre-test y post-test*

Módulo	Pre-Test	Post-Test
Isla	6,68	8,95
Servidor	6,99	9,23
Administración	7,01	8,90
Total	6,89	9,03

Así mismo se puede apreciar en forma de grafico el nivel de calidad en ambas evaluaciones, tal como se muestra en la Figura 14.

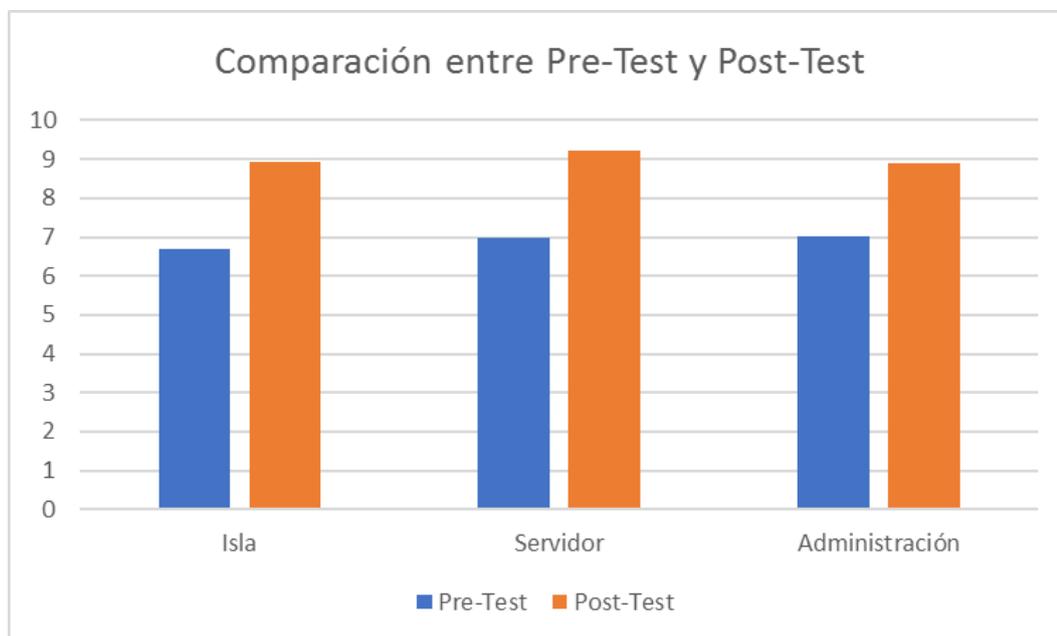


Figura 14. Gráfico de comparación entre resultados de pre-test y post-test de cada módulo

3.4.6. Contrastación de hipótesis

Para hacer el análisis de contrastación de hipótesis se hace uso del software estadístico IBM SPSS Statistics (versión 23).

Con los resultados obtenidos de la evaluación de calidad en pre-test y post-test del sistema SnyFuel, se organizan los datos tal como se muestra en la Tabla 30:

Tabla 30

Organización de resultado de evaluación de calidad del sistema SnyFuel (pre-test y post-test)

Descripción		Pre-test	Post-Test
Módulo Isla	Interna	6,25	8,5
	Externa	6,1	9,71
	En Uso	7,7	8,63
Módulo Servidor	Interna	5,71	8,52
	Externa	6,45	9,61
	En Uso	8,8	9,55
Módulo Administración	Interna	5,74	8,39
	Externa	7,39	9,58
	En Uso	7,91	8,73

En base a la información de la Tabla 30, se obtiene lo siguiente:

Para pre-test:

Media Aritmética: 6.89

Varianza: 1.19

Desviación estándar: 1.92

Para post-test:

Media Aritmética: 9.03

Varianza: 0.32

Desviación estándar: 0.57

Al hacer una comparación de los datos anteriores, se puede observar que la varianza del post-test ha cambiado con relación a la varianza del pre-test; entonces se puede afirmar que los puntajes obtenidos sobre el nivel de calidad del sistema SnyFuel en el post-test han variado con relación al pre-test gracias a la influencia del uso de la norma ISO/IEC 25000.

Con el fin de llevar a cabo una contrastación de hipótesis se observa en la Tabla 30 que cuenta con dos muestras relacionadas, las cuales han sido obtenidas en base a la variable dependiente en momentos de tiempo diferentes. Así mismo, con el fin de determinar la normalidad de la muestra, se utiliza la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, ya que la muestra está compuesta por menos de 30 datos. Como se observa en la Figura 15 obtenemos P-Valor menor a 0.05, lo que implica que la muestra se comporta normalmente (Flores, Miranda, y Villasís, 2017).

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,204	9	,200*	,902	9	,262

Figura 15. Pruebas de normalidad de resultados de evaluaciones de calidad pre-test y post-test.

Fuente: IBM SPSS Statistics (versión 23).

Para realizar una contratación de hipótesis se plantea lo siguiente:

Hipotesis nula (H_0) donde $P\text{-Valor} > 0.05$: El uso de la norma ISO/IEC 25000 no influye positivamente en el nivel de calidad del sistema SnyFuel del grifo 3B.

Hipotesis alternativa (H_a) donde $P\text{-Valor} \leq 0.05$: El uso de la norma ISO/IEC 25000 influye positivamente el nivel de calidad del sistema SnyFuel del grifo 3B.

En la prueba T-Student realizada en el software IBM SPSS Statistics (versión 23), se obtienen que la significancia o P-Valor es de 0.000, tal como se muestra en la Figura 16; dicho resultado es menor que 0.05, lo que implica que se rechaza la hipótesis nula. Consecuentemente se afirma la hipótesis alterna: El uso de la norma ISO/IEC 25000 influye positivamente el nivel de calidad del sistema SnyFuel de la empresa Grifo 3B.

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 PreTest - PostTest	-2,13000	1,06434	,35478	-2,94813	-1,31187	-6,004	8	,000

Figura 16. Resultado de prueba T-Student en IBM SPSS Statistics (versión 23).

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En el modelo de calidad basado en la ISO/IEC 25000 propuesto por Ramos Palacios (2016), fundamenta que la calidad interna es compleja, por lo que no lo incluye en su modelo de calidad. Respecto a lo mencionado, en la presente investigación se comprobó que una evaluación de calidad interna es difícil de realizar, sin embargo, utilizando herramientas como SonarQube y el IDE Visual Studio se ha podido realizar un análisis de calidad interna de manera superficial, que, a pesar de no brindar un resultado a nivel empresarial, se puede tener resultados que puede ayudar con la mejora y optimización de código fuente.

En lo propuesto por Vaca y Jácome (2018), en la evaluación que realizaron a un sistema informático, demostraron la flexibilidad y estructura técnica que tiene la ISO/IEC 25000, obteniendo un grado satisfactorio del software. Con referencia a lo anterior, en esta investigación se utilizó la estructura del modelo de referencia de la ISO/IEC 25000, lo que trajo como consecuencia, verificar que efectivamente la estructuración del modelo de referencia es de mucha utilidad para una evaluación de calidad.

En la evaluación de calidad del sistema TextSecure, elaborado por Valenciano López (2015), se dio énfasis en el entendimiento en procesos de auditoria y comprensión de mantenibilidad, hecho que se ha comprobado en la evaluación del sistema SnyFuel, ya que se ha sido importante optimizar el código fuente de tal manera que pueda cumplir con buenas prácticas de codificación.

En la evaluación que realizaron Batista y Ciqueto (2015) al sistema PROCenf-USP, donde los evaluadores fueron personas con diferentes niveles de conocimiento en computación (usuarios), pudieron obtener un resultado de calidad aceptable sobre el software evaluado. Cabe resaltar que en esta investigación el nivel de conocimientos en el área de computación de la mayoría de usuarios es baja o nula, por lo que se optó de limitar su participación solo a la característica de satisfacción de la calidad en uso, por lo que el método usado en la investigación mencionada no ha sido aplicado. Así mismo Batista y Ciqueto han evaluado un software en diversos módulos, aplicando diferentes niveles de puntuación dependiendo al módulo evaluado; método que ha sido aplicado de manera eficiente en la presente investigación.

Tanto Balseca (2014) como Bautista y Robayo (2019), en sus investigaciones donde midieron calidad de un producto de software utilizando las herramientas genéricas de la norma ISO/IEC 25000, han obtenido resultados satisfactorios al momento de evaluar la calidad de su respectivo software en cuestión, concluyendo de forma unánime que el modelo genérico presentado por la ISO/IEC es completo y su estructura permite evaluar un producto de software de manera que el evaluador se puede involucrar en todo el ciclo de vida de dicho producto. Respecto a lo mencionado, durante el proceso de la presente investigación se ha comprobado lo citado anteriormente, ya que el evaluador, ha tenido la necesidad de estar presente en todas las etapas del sistema SnyFuel, con el fin de obtener resultados fehacientes.

En base a la evaluación de calidad que Sánchez (2017) efectuó en un sistema web, concluye que el modelo de referencia presentado por la ISO/IEC 2500 es óptimo para evaluar productos de software. Respecto a lo referenciado, la presente investigación apoya las conclusiones de mencionada investigación, ya que se ha realizado con éxito la evaluación de calidad del sistema SnyFuel, obteniendo resultados positivos.

Chambilla (2015) realiza una evaluación del sistema SIR, el cual no tiene fines de certificación, sino más bien plantear una propuesta de mejora del sistema SIR en base a los resultados obtenidos en su evaluación. Así mismo, la presente investigación no ha tenido como finalidad la obtención de un certificado de calidad, sino evaluar el sistema SnyFuel y realizar ciertas mejoras, con el fin de conseguir que el sistema SnyFuel tenga un mejor rendimiento y cumpla con los requisitos establecidos por el usuario de manera precisa.

4.2. Conclusiones

El uso de la norma ISO/IEC 25000 influye de manera positiva en el nivel de calidad del sistema SnyFuel, ya que al considerar las características que indica del modelo de referencia que proporciona la norma se ha mejorado el nivel de calidad de dicho sistema, en los aspectos de calidad interna, externa y en uso. Obteniendo como resultado un incremento de 2.17 puntos de la evaluación post-test frente a la evaluación pre-test. Dicha afirmación se confirmó mediante un análisis mediante la prueba de T-Student, obteniendo una significancia de 0.000, lo cual indica que el uso de la norma ISO/IEC 25000 influye positivamente el nivel de calidad del sistema SnyFuel de la empresa Grifo 3B.

Se logró realizar una evaluación del nivel de calidad del sistema SnyFuel en su estado actual, lo que sirvió como pre-test. Se evaluó la calidad interna, externa y en uso del sistema en cuestión, obteniendo un resultado de 6.89 puntos como calidad general, lo que lo calificó en un nivel de calidad satisfactorio.

Teniendo como referencia las características que brinda la norma ISO/IEC 25000, se logró hacer mejoras en el sistema SnyFuel a nivel de código fuente e interfaces de usuario, lo que dio como resultado una mejora significativa en rendimiento y conformidad por parte del usuario final.

Se logró realizar evaluación post-test del nivel de calidad del sistema SnyFuel, después de haber hecho las mejoras, obteniendo resultados positivos con respecto a la primera evaluación. Esta evaluación nos dio como resultado un puntaje de calidad del producto de software de 9.03, lo que indica que el sistema SnyFuel tiene un nivel

de calidad muy satisfactorio. Como consecuencia se afirma que el nivel de calidad del sistema SnyFuel ha incrementado en 2.17 con respecto a la evaluación pre-test, lo que implica que el uso de la ISO/IEC 25000 tiene una influencia positiva en el producto de software objeto de esta investigación.

REFERENCIAS

- Aenor. (20 de Diciembre de 2019). *Calidad del producto software*. Obtenido de AENOR INTERNACIONAL, S.A.U.: https://www.aenor.com/Certificacion_Documentos/Folletos/calidad_producto_software_ISO25000.pdf
- AmITIC, C. I. (2017). *Análisis sistemático de información de la Norma ISO 25010 como base para la implementación en un laboratorio de Testing de software en la Universidad Cooperativa de Colombia Sede Popayán*. Popayán, Colombia.
- Balseca Chisaguanayo, E. A. (2014). *Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000*. Quito.
- Batista de Oliveira, N., & Ciqueto Peres, H. H. (2015). Evaluación del desempeño funcional y calidad técnica de un Sistema de Documentación Electrónica del Proceso de Enfermería. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, Sao Paulo.
- Bautista Grisales, V., & Robayo Bautista, E. C. (2019). *Modelo ISO/IEC 25010 En El Proceso De Evaluación De La Calidad Del Software En La Empresa Obras Civiles De Bogotá En El Área De Tecnología De La Información Y Comunicación*. Bogotá.
- Burcano Villota, W. R., & Timana Rueda, E. G. (2017). *Evaluación de Calidad a la Plataforma Web Boxalud Contributivo de la Entidad Prestadora de Servicios de Salud Emssanar E.P.S. Utilizando la Norma ISO/IEC 25010*. Colombia.
- Calabrese, J., & Muñoz, R. (2018). *Asistente para la Evaluación de Calidad de Producto de Software Según la Familia de Normas ISO/IEC 25000 Utilizando el Enfoque GQM*. La plata.
- Callejas Cuervo, M., Alarcón Aldana, A. C., & Álvarez Carreño, A. M. (2017). Modelos de calidad del software, un estado del arte. *Entramado*, 236-250.

Chambilla Carazas, K. B. (2015). *Evaluación De La Calidad Del Sistema Integral De Restaurantes-Sir, Basado En La Norma ISO/IEC 25000 Del Grupo Uros S.A.C.* Tacna.

De Compostela, S. (2014). *I Jornada sobre Calidad del Producto Software e ISO 25000.* 233 Grados de TI S.L.

Fernández Sáenz, M. A. (2018). *Desarrollo De Un Modelo De Calidad De Datos Aplicado A Una Solución De Inteligencia De Negocios En Una Institución Educativa: Caso Lambda.* Lima, Perú.

Flores Ruiz, E., Miranda Novales, M. G., & Villasís Keever, M. Á. (2017). El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada. *Estadística inferencial. Revista Alergia México*, 364-370.

Gioino, A. E., & Pérez, G. B. (2017). *Indicadores de calidad en el Desarrollo de Software.* Argentina.

Grandi y Asociados. (05 de Enero de 2020). *Software Gestion Estaciones De Servicio.* Obtenido de Grandi y Asociados Software y Soluciones Web: <https://www.grandiyasociados.com/software-gestion-estaciones-de-servicio/>

Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodología De La Investigación.* Mexico D.F.: Interamericana Editores S.A.

International Standard. (1999). ISO/IEC 14598-1. *Information Technology Software Product Evaluation.*

(2019). *International Standard ISO/IEC 25020.*

(2016). *International Standard ISO/IEC 25023.*

ISO 25000 Calidad del Producto de Software. (11 de 12 de 2019). Obtenido de <https://iso25000.com/>

ISO/IEC 25000 Calidad del Producto de Software. (11 de Diciembre de 2019). Obtenido de
<https://iso25000.com/>

ISO/IEC 25012. (07 de Enero de 2020). Obtenido de ISO 25000 Calidad del producto
Software: <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25012>

McGuigan, J. (1996). *Psicología Experimental*.

Merchán Rodríguez, V. (2015). Estrategia de evaluación de calidad de datos orientados a
Web en Sistemas de Soporte a Negocios de Interconexión. *Revista Tecnológica
ESPOL*, 111-123.

Montenegro Quiñonez, B. A. (2019). *Aplicacion De La Calidad Del Software En El Proceso
De Desarrollo Yopal (Casanare)*. Colombia.

Muñoz, R., & Calabrese, J. (2018). *Asistente Para La Evaluación De Calidad De Producto
De Software Según La Familia De Normas ISO/IEC 25000 Utilizando El Enfoque
Gqm*. Argentina.

Piattini Velthuis, M. G., Garcia Rubio, F. O., García Rodríguez de Guzman, I., & Pino, F.
(2018). *Calidad de Sistemas de Información*. España: Ra-Ma Editorial.

Piattini, M., & Rodríguez, M. (2015). *Experiencias en la Industria del Software:
Certificación del Producto con ISO/IEC 25000*. Ciudad Real, España.

Ramos Palacios, D. E. (2016). *Diseño de un Modelo de Evaluación de la Calidad de
Productos de Software, Basado en Métricas Externas y Usabilidad Aplicado a un
Caso de Estudio*. Quito, Ecuador.

Redrován Castillo, F. F., Loja Mora, N. M., Correa Elizaldes, K. D., & Piña Orozco, J. I.
(2017). Estado Del Arte: Métricas De Calidad Para El Desarrollo De Aplicaciones
Web. *3 Ciencias Tecnología*, 1-12.

Roa Molina, P., Morales, C., & Gutiérrez, P. (2015). *Norma ISO/IEC 25000*. Colombia.

- Robayo Bautista, E. C. (2019). *Modelo ISO/IEC 25010 en el proceso de evaluación de la calidad del software en la empresa obras civiles de Bogotá en el área de tecnología de la información y comunicación*. Bogotá.
- Sanchez Calancha, K. 2. (2017). *Evaluación De Calidad En Uso Del Sistema Web Para Una Entidad Financiera Basado En ISO/IEC 25000*. Villa El Salvador, Lima.
- SUNAT. (05 de Enero de 2020). *Régimen MYPE Tributario - RMT*. Obtenido de SUNAT: <http://www.sunat.gob.pe/>
- Technotrade LTD. (05 de Enero de 2020). *Petrol Station Software*. Obtenido de Petrol Station Solution: <http://www.technotrade.ua/>
- Technotrade LTD. (12 de Enero de 2020). *PTS - Fuel pump controller*. Obtenido de Controller over fuel dispensers and ATG systems: http://technotrade.ua/fuel_pump_controller.html
- TELESUP, Universidad Privada. (2017). *Control de Calidad de Software y Sistemas*. Lima.
- Vaca Sierra, T. N., & Jácome Ortega, A. E. (2018). *Calidad de software del módulo de talento humano del sistema informático de la Universidad Técnica del Norte bajo la norma ISO/IEC 25000*. Ecuador.
- Valenciano López, J. (2015). *Auditoría Mantenibilidad Aplicaciones Según La ISO/IEC 25000*. Madrid.
- Vargas Cordero, Z. R. (2009). La Investigación Aplicada: Una Forma De Conocer Las Realidades Con Evidencia. *Revista Educación*, 155-165.
- Zumba Gamboa, J. P., & León Arreaga, C. (2018). Evolución de las Metodologías y Modelos utilizados en el Desarrollo de Software. *INNOVA Research Journal*, 20-33.

ANEXOS

5.1. Anexo 1: Modelo de calidad (ISO/IEC 25000 Calidad del Producto de Software, 2019)

5.1.1. División de la Norma ISO/IEC 25000

Como se puede visualizar en la Figura 17 la norma ISO/IEC 25000 está dividida en cinco partes, las cuales se detallan a continuación.

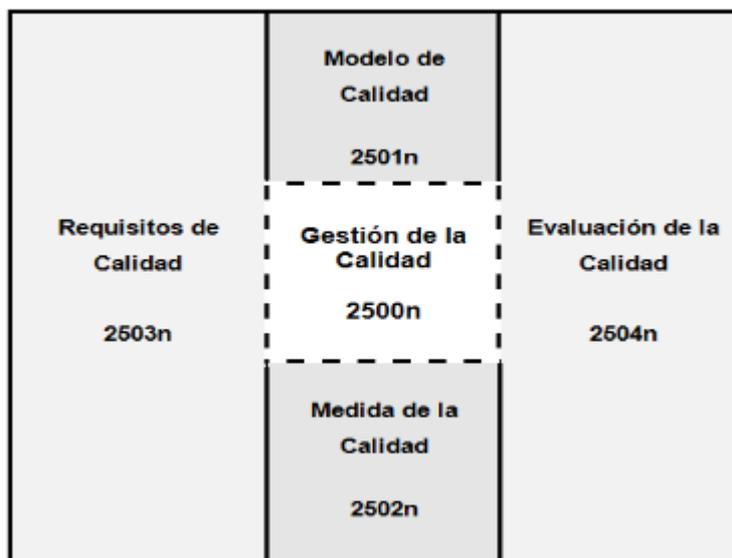


Figura 17. División de la norma ISO/IEC 25000
Fuente: ISO/IEC 25000

5.1.1.1. ISO/IEC 2500n: Gestión de calidad.

Los estándares que forman esta división definen modelos, términos y definiciones comunes, utilizadas por los demás estándares que conforman esta norma, los cuales son:

- ISO/IEC 25000: Guía de SQuaRE.
- ISO/IEC 25001: Planificación y Gestión.

5.1.1.2. ISO/IEC 2501n: Modelo de calidad.

El estándar que conforma esta división es la ISO/IEC 25010, que detalla las características para la calidad interna, externa y en uso.

5.1.1.3. ISO/IEC 2502n: Medición de la calidad.

Los estándares que forman parte de esta división, incluyen un modelo de referencia de calidad del producto software, definiciones matemáticas de las métricas de calidad y una

guía práctica para su aplicación. Además, presenta la manera de cómo aplicar estas métricas para determinar la calidad interna, externa y en uso del software.

Los estándares son:

- ISO/IEC 25020: Modelo de referencia para la medida con guía.
- ISO/IEC 25021: Primitivas.
- ISO/IEC 25022: Medidas de Calidad en Uso.
- ISO/IEC 25023: Medidas de Calidad del Producto Software (calidad interna y externa).

5.1.1.4. ISO/IEC 2503n: Requisitos de calidad.

El estándar que conforma esta norma es la ISO/IEC 25030, el cual está orientado a ayudar en la especificación de requisitos para un producto software que va a ser desarrollado como entrada para un proceso de evaluación.

5.1.1.5. ISO/IEC 2504n: Evaluación de calidad

Los estándares pertenecientes a esta división, proporcionan requisitos, recomendaciones y guías para la evaluación de un producto software, ya sea realizada por evaluadores independientes, compradores o desarrolladores. Esta división contiene los siguientes estándares:

- ISO/IEC 25040: Proceso de evaluación.
- ISO/IEC 25041: Guía de evaluación para desarrolladores, compradores y evaluadores independientes.

5.1.2. Ciclo de vida de la calidad del Producto Software

El ciclo de vida específica que la calidad de un producto software requiere un proceso similar al proceso de desarrollo para cada uno de los tipos de calidad como son: Especificación de

Requisitos, Implementación y Validación de los resultados, tal como se muestra en la Figura 18:

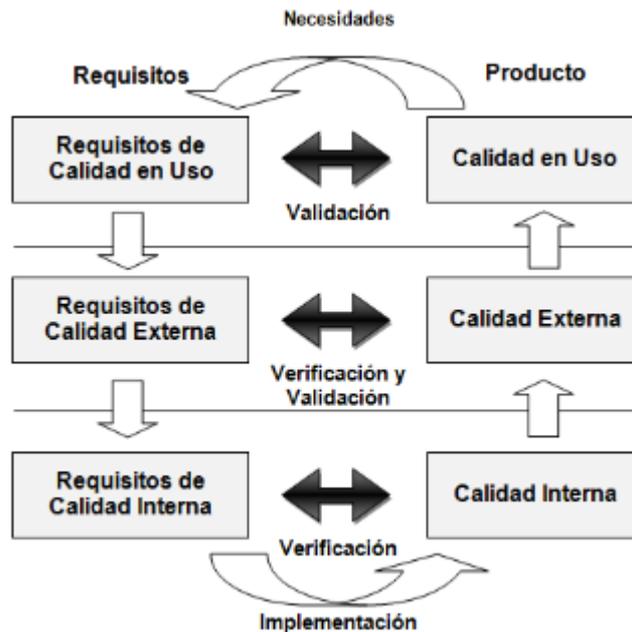


Figura 18. Ciclo de vida de la calidad del producto Software
Fuente: ISO/IEC 25000

El ciclo de vida en SQuaRE maneja la calidad del producto software en tres principales fases:

- Calidad Interna: cuando el producto software se encuentra en desarrollo.
- Calidad Externa: cuando el producto software se encuentra en funcionamiento.
- Calidad en Uso: cuando el producto software se encuentra en uso.

Para cada una de estas fases existen requisitos que responden a una necesidad del producto que deberán ser implementados y validados, a continuación, se describe los tipos de requisitos de acuerdo a la Figura 18.

- Los requisitos de calidad en uso, especifican el nivel de calidad requerido desde el punto de vista del usuario. Estos requisitos son los que determinan la validación del software por parte del usuario. Como indica el modelo de ciclo de vida, la

especificación de requisitos de calidad en uso ayuda a determinar los requisitos de calidad externa.

- Los requisitos de calidad externa se utilizan para la verificación y validación técnica del producto. Estos requisitos ayudan a determinar los requisitos de calidad interna, pero, además, pueden servir para predecir si se alcanzará la calidad en uso deseada.
- Los requisitos de calidad interna se utilizan para verificar el producto a lo largo de las distintas etapas del desarrollo y pueden utilizarse también para definir estrategias y criterios de evaluación y verificación.

5.1.3. Modelo de Calidad

5.1.3.1. Modelo de Calidad del Producto Software (Calidad Interna y Externa)

El modelo define 8 características para la calidad interna y externa de un producto software: Adecuación Funcional, Fiabilidad, Eficiencia en el Desempeño, Facilidad de Uso, Seguridad, Compatibilidad, Mantenibilidad y Portabilidad, las cuales a su vez son subdivididos en subcaracterísticas descritas en la Figura 19. Estas subcaracterísticas pueden ser medidas con métricas internas o externas.



Figura 19. Modelo de calidad del producto software

Fuente: ISO/IEC 25000

5.1.3.2. Adecuación Funcional

Representa la capacidad del producto software para proporcionar funciones que satisfacen las necesidades declaradas e implícitas, cuando el producto se usa en las condiciones especificadas. Esta característica se subdivide a su vez en las siguientes subcaracterísticas:

- **Complejidad funcional:** Grado en el cual el conjunto de funcionalidades cubre todas las tareas y los objetivos del usuario especificados.
- **Corrección funcional:** Capacidad del producto o sistema para proveer resultados correctos con el nivel de precisión requerido.

5.1.3.3. Eficiencia de desempeño

Esta característica representa el desempeño relativo a la cantidad de recursos utilizados bajo determinadas condiciones. Esta característica se subdivide a su vez en las siguientes subcaracterísticas:

- **Comportamiento temporal.** Los tiempos de respuesta y procesamiento y las ratios de throughput de un sistema cuando lleva a cabo sus funciones bajo condiciones determinadas en relación con un banco de pruebas (benchmark) establecido.
- **Utilización de recursos.** Las cantidades y tipos de recursos utilizados cuando el software lleva a cabo su función bajo condiciones determinadas.
- **Capacidad.** Grado en que los límites máximos de un parámetro de un producto o sistema software cumplen con los requisitos.

5.1.3.4. Compatibilidad

Capacidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y/o llevar a cabo sus funciones requeridas cuando comparten el mismo entorno hardware o software.

Esta característica se subdivide a su vez en las siguientes subcaracterísticas:

- **Coexistencia.** Capacidad del producto para coexistir con otro software independiente, en un entorno común, compartiendo recursos comunes sin detrimento.
- **Interoperabilidad.** Capacidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada.

5.1.3.5. Usabilidad

Capacidad del producto software para ser entendido, aprendido, usado y resultar atractivo para el usuario, cuando se usa bajo determinadas condiciones. Esta característica se subdivide a su vez en las siguientes subcaracterísticas:

- **Capacidad para reconocer su adecuación.** Capacidad del producto que permite al usuario entender si el software es adecuado para sus necesidades.
- **Capacidad de ser entendido.** Capacidad del producto que permite al usuario aprender su aplicación.
- **Operatividad.** Capacidad del producto que permite al usuario operarlo y controlarlo con facilidad.
- **Protección frente errores de usuario.** Capacidad del sistema para proteger a los usuarios de hacer errores.
- **Estética de la interfaz de usuario.** Capacidad de la interfaz de usuario de agradar y satisfacer la interacción con el usuario.
- **Accesibilidad técnica.** Capacidad del producto que permite que sea utilizado por usuarios con determinadas características y discapacidades.

5.1.3.6. Fiabilidad

Capacidad de un sistema o componente para desempeñar las funciones especificadas, cuando se usa bajo unas condiciones y periodo de tiempo determinados. Esta característica se subdivide a su vez en las siguientes subcaracterísticas:

- **Madurez.** Capacidad del sistema para satisfacer las necesidades de fiabilidad en condiciones normales.
- **Disponibilidad.** Capacidad del sistema o componente de estar operativo y accesible para su uso cuando se requiere.

- **Tolerancia a fallos.** Capacidad del sistema o componente para operar según lo previsto en presencia de fallos hardware o software.
- **Capacidad de recuperación.** Capacidad del producto software para recuperar los datos directamente afectados y reestablecer el estado deseado del sistema en caso de interrupción o fallo.

5.1.3.7. Seguridad

Capacidad de protección de la información y los datos de manera que personas o sistemas no autorizados no puedan leerlos o modificarlos. Esta característica se subdivide a su vez en las siguientes subcaracterísticas:

- **Confidencialidad.** Capacidad de protección contra el acceso de datos e información no autorizados, ya sea accidental o deliberadamente.
- **Integridad.** Capacidad del sistema o componente para prevenir accesos o modificaciones no autorizados a datos o programas de ordenador.
- **No repudio.** Capacidad de demostrar las acciones o eventos que han tenido lugar, de manera que dichas acciones o eventos no puedan ser repudiados posteriormente.
- **Responsabilidad.** Capacidad de rastrear de forma inequívoca las acciones de una entidad.
- **Autenticidad.** Capacidad de demostrar la identidad de un sujeto o un recurso.

5.1.3.8. Mantenibilidad

Esta característica representa la capacidad del producto software para ser modificado efectiva y eficientemente, debido a necesidades evolutivas, correctivas o perfectivas. Esta característica se subdivide a su vez en las siguientes subcaracterísticas:

- **Modularidad.** Capacidad de un sistema o programa de ordenador (compuesto de componentes discretos) que permite que un cambio en un componente tenga un impacto mínimo en los demás.
- **Reusabilidad.** Capacidad de un activo que permite que sea utilizado en más de un sistema software o en la construcción de otros activos.
- **Analizabilidad.** Facilidad con la que se puede evaluar el impacto de un determinado cambio sobre el resto del software, diagnosticar las deficiencias o causas de fallos en el software, o identificar las partes a modificar.
- **Capacidad para ser modificado.** Capacidad del producto que permite que sea modificado de forma efectiva y eficiente sin introducir defectos o degradar el desempeño.
- **Capacidad para ser probado.** Facilidad con la que se pueden establecer criterios de prueba para un sistema o componente y con la que se pueden llevar a cabo las pruebas para determinar si se cumplen dichos criterios.

5.1.3.9. Portabilidad

Capacidad del producto o componente de ser transferido de forma efectiva y eficiente de un entorno hardware, software, operacional o de utilización a otro. Esta característica se subdivide a su vez en las siguientes subcaracterísticas:

- **Adaptabilidad.** Capacidad del producto que le permite ser adaptado de forma efectiva y eficiente a diferentes entornos determinados de hardware, software, operacionales o de uso.
- **Capacidad para ser instalado.** Facilidad con la que el producto se puede instalar y/o desinstalar de forma exitosa en un determinado entorno.

- **Capacidad para ser reemplazado.** Capacidad del producto para ser utilizado en lugar de otro producto software determinado con el mismo propósito y en el mismo entorno.

5.1.4. Modelo para la Calidad en Uso

El modelo de calidad en uso define 5 características: Efectividad, Eficiencia, Satisfacción, Libertad de Riesgo y Cobertura de Contexto, las cuales a su vez son subdivididos en subcaracterísticas descritas en la Figura 20. Estas subcaracterísticas pueden ser medidas con métricas de calidad en uso.



Figura 20. Modelo de calidad para Calidad de Uso
Fuente: ISO/IEC 25000

El resultado de la calidad en uso depende necesariamente del logro de la calidad externa, que a su vez depende necesariamente del logro de la calidad interna.

5.1.4.1. Efectividad

Capacidad del sistema software para alcanzar los objetivos o necesidades del usuario, al momento de utilizar el sistema.

5.1.4.2. Eficiencia

Capacidad del sistema software para alcanzar los objetivos del usuario, utilizando los recursos mínimos.

5.1.4.3. Satisfacción

Capacidad del sistema software para satisfacer las diferentes necesidades mínimas de los usuarios al utilizarlo. Esta característica se divide en las siguientes subcaracterísticas:

- **Utilidad:** grado en que un usuario es satisfecho cuando logra alcanzar sus objetivos planteados.

5.1.4.4. Libertad De Riesgo

Capacidad que tiene un producto o sistema software en reducir el riesgo potencial relacionado con la situación económica, vida humana, salud o medio ambiente.

Esto incluye la salud y seguridad, tanto del usuario y aquellos afectados por el uso, así como las consecuencias materiales o económicas no deseadas. En este caso, el riesgo es la probabilidad de ocurrencia y las posibles consecuencias negativas cuando se presenta una amenaza determinada. Esta característica se subdivide en las siguientes subcaracterísticas las que permiten establecer el grado en el cual los objetivos podrían estar en riesgo.

- Libertad del riesgo económico.
- Libertad del riesgo de salud y seguridad.
- Libertad del riesgo ambiental

5.1.4.5. Cobertura de Contexto

Capacidad de un producto o sistema software para ser utilizado con efectividad, eficiencia, libertad de riesgo y satisfacción en ámbitos de uso que fueron definidos. Esta característica se subdivide en las siguientes subcaracterísticas:

- **Integridad de Contexto:** capacidad de un sistema software para ser utilizado en los ámbitos de uso definidos.
- **Flexibilidad:** capacidad de un sistema software para ser utilizado fuera de los ámbitos de uso que fueron definidos inicialmente.

5.1.5. Métricas para la calidad interna, externa y en uso

Las normas ISO/IEC 25023 e ISO/IEC 25022, proveen un conjunto de métricas de calidad, tanto para la calidad interna, externa y en uso, que son usadas con el modelo de calidad ISO/IEC 25010. Los usuarios que requieren utilizar las métricas de calidad definidas en las respectivas normas, pueden modificarlas e incluso pueden utilizar métricas que no están definidas en las normas, siempre y cuando se especifique como la métrica se relaciona con el modelo de calidad ISO/IEC 25010 o especificar el modelo de calidad que va a sustituir al que se especifica en la norma.

Los usuarios deben seleccionar las características y subcaracterísticas de calidad a ser evaluadas, identificar las métricas más apropiadas y relevantes e interpretar los resultados de la medición de una manera objetiva. El usuario puede determinar la calidad de un producto software basándose en el proceso de evaluación de la calidad del producto definido en la norma ISO/IEC 2504n, la cual proporciona métodos para la valoración y evaluación de la calidad de un producto o sistema software. La Figura 21 representa la relación que existe entre las fases de calidad con sus respectivas métricas y la dependencia e influencia que existe entre ellas.



Figura 21. Relación entre los tipos de métricas de calidad
Fuente: ISO/IEC 25000

Las métricas de calidad interna pueden ser aplicadas durante las etapas de desarrollo del producto o sistema software (definición de requerimientos, especificación de diseño o código fuente), para que de esta manera los usuarios puedan identificar los problemas de calidad e iniciar la acción correctiva lo más antes posible en el ciclo de vida de desarrollo.

Las métricas de calidad externa pueden ser usadas para medir el comportamiento del sistema software, pudiendo solo ser usadas durante las etapas de pruebas y en alguna etapa de operación. La medición se debe llevar a cabo cuando el sistema software está en ejecución.

Las métricas de calidad en uso miden si un sistema software satisface las necesidades específicas de los usuarios, para ello se debe llevar a cabo la medición en un ambiente real donde se esté ejecutando el sistema.

5.1.5.1. Métricas de Calidad de Producto Software (Calidad Interna y Externa)

Las métricas para la calidad interna y externa se describen en la Tabla 31.

Tabla 31

Métricas para la Calidad Interna y Externa

Característica	Subcaracterísticas	Métrica
Adecuación Funcional	Compleitud Funcional	<ul style="list-style-type: none"> • Compleitud de la implementación funcional
	Exactitud Funcional	<ul style="list-style-type: none"> • Exactitud • Precisión computacional

Fiabilidad	Madurez	<ul style="list-style-type: none"> • Disipación del fallo • Suficiencia de las pruebas. • Tiempo medio entre fallos
	Disponibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de servicio. • Tiempo medio de inactividad.
	Tolerancia a Fallos	<ul style="list-style-type: none"> • Prevención de fallas. • Redundancia (componentes). • Anulación de operación incorrecta.
Eficiencia en el desempeño	Recuperabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo medio de recuperación.
	Comportamiento Temporal	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de respuesta. • Tiempo de espera. • Rendimiento.
	Utilización de Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Líneas de código. • Utilización de CPU. • Utilización de la memoria. • Utilización de los dispositivos de E/S.
Facilidad de Uso	Capacidad	<ul style="list-style-type: none"> • Número de peticiones online. • Número de accesos simultáneos. • Sistema de transmisión de ancho de banda.
	Capacidad de Reconocer su Adecuación	<ul style="list-style-type: none"> • Integridad de descripción. • Capacidad de demostración. • Funciones evidentes. • Efectividad de la documentación del usuario o ayuda del sistema
Facilidad de Uso	Capacidad de ser entendido	<ul style="list-style-type: none"> • Funciones evidentes. • Efectividad de la documentación del usuario o ayuda del sistema.
	Operatividad	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperabilidad de error operacional. • Claridad de mensajes. • Consistencia operacional. • Posibilidad de personalización.
Facilidad de Uso	Protección frente a errores de usuario	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de entradas válidas. • Prevención del uso incorrecto.

	Estética de la interfaz de usuario	<ul style="list-style-type: none"> • Personalización de la apariencia de la interfaz del usuario
	Accesibilidad técnica	<ul style="list-style-type: none"> • Accesibilidad física.
Seguridad	Confidencialidad	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de control de acceso. • Encriptación de datos.
	Integridad	<ul style="list-style-type: none"> • Prevención de corrupción de datos.
	No repudio	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de firma digital.
	Responsabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de auditoría de acceso.
	Autenticidad	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de autenticación
Compatibilidad	Co-Existencia	<ul style="list-style-type: none"> • Co –existencia disponible.
	Interoperabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Conectividad con sistemas externos. • Capacidad de intercambiar de datos.
Mantenibilidad	Modularidad	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de condensación. • Acoplamiento de clases.
	Reusabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución de reusabilidad
	Capacidad de ser analizado	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de pistas de auditoría. • Diagnóstico de funciones suficientes
	Capacidad de modificación	<ul style="list-style-type: none"> • Complejidad ciclomática. • Profundidad de herencia. • Grado de localización de corrección de impacto. • Complejidad de modificación. • Índice de éxito de modificación
	Capacidad de ser probado	<ul style="list-style-type: none"> • Completitud funcional de funciones de pruebas. • Capacidad de prueba autónoma. • Capacidad de reinicio de pruebas
Portabilidad	Adaptabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptabilidad en entorno hardware. • Adaptabilidad en entorno de software.

	<ul style="list-style-type: none">• Adaptabilidad en entorno organizacional.
Facilidad de Instalación	<ul style="list-style-type: none">• Eficiencia en el tiempo de instalación.• Facilidad de instalación.
Capacidad de ser Reemplazado	<ul style="list-style-type: none">• Consistencia en la función de soporte al usuario.• Inclusividad funcional.• Uso continuo de datos.

Nota. Recuperado de ISO/IEC 25023, 2020

La descripción de las métricas para evaluar la calidad interna y externa se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 32

Métricas para la característica de Calidad Adecuación Funcional

Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor Deseado	Tipo de Medida	Recursos utilizados
Compleitud Funcional	Compleitud de la implementación funcional	Interna/Externa	¿Cuán completa es la implementación de acuerdo a la especificación de requerimientos?	Contar con el número de funciones indicadas en la especificación de requerimientos y el número de funciones que faltan o están incorrectas	$X = A / B$ $A =$ Número de funciones que están incorrectas o que fueron implementadas. $B =$ Número de las funciones establecidas en la especificación de requisitos.	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.

Donde:
 $B > 0$

Exactitud Funcional

Exactitud

Interna/Externa

¿Cuánto del estándar requerido de exactitud se cumple?

Contar el número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud y el número total de elementos implementados

$$X = A / B$$

A = Número de elementos implementados con el estándar específico de exactitud.

B = Número total de elementos implementados.

$0 \leq X \leq 1$
El más cercano a 1 es el mejor

X = Contable / Contable
A = Contable
B = Contable

Especificación de Requerimientos.

Código fuente.

Desarrollador.

Tester.

Donde:
 $B > 0$

Precisión Computacional	Interna/Externa	¿Con qué frecuencia ocurren los resultados inexactos?	Contar el número de cálculos inexactos encontrados y tomar el tiempo de operación	$X = A / T$ $A =$ Número de cálculos inexactos encontrados. $T =$ Tiempo de operación. Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0/t es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 10/t$	$X =$ Contable / Tiempo A= Contable $T =$ Tiempo	Código fuente. Desarrollador. Tester.
-------------------------	-----------------	---	---	---	---	--	---

Nota. Recuperado de ISO/IEC 25023, 2020.

Tabla 33

Métricas para la característica de calidad Fiabilidad

Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor Deseado	Tipo de Medida	Recursos utilizados
Madurez	Eliminación de errores	Interna/Externa	¿Cuántos errores detectados han sido corregidos?	Contar el número de fallas corregidas en la fase de diseño/codificación/pruebas y el número de fallas detectadas en las pruebas	$X = A / B$ $A =$ Número de fallas corregidas en la fase de diseño/codificación/pruebas. $B =$ Número de fallas detectadas en las pruebas. Donde: $B > 0$	$0 \leq$ $X \leq$ 1 El más cercano a 1 es el mejor	$X =$ Contable / Contable $A =$ Contable $B =$ Contable	Especificación de Requerimientos. Documento de casos de prueba Código fuente. Desarrollador. Tester.

Cobertura de Pruebas	Interna/Externa	¿Cuántos casos de prueba requeridos han sido ejecutados durante la etapa de pruebas?	Contar el número de casos de pruebas realizados en un escenario de operación durante la prueba y el número de casos de prueba a ser realizados para cubrir los requerimientos	$X = A / B$ $A =$ Número de casos de pruebas realizados en un escenario de operación durante la prueba. $B =$ Número de casos de prueba a ser realizados para cubrir los requerimientos.	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	$X =$ Contable / Contable $A =$ Contable $B =$ Contable	Especificación de Requerimientos. Documento de casos de prueba Código fuente. Desarrollador. Tester.
Tiempo medio entre fallos	Externa	¿Cuál es la frecuencia en que el sistema falla en la operación?	Tomar el tiempo de operación y contar el número total de fallas detectadas actualmente	$X = A / T$ $A =$ Número total de fallas detectadas actualmente. $T =$ Tiempo de operación.	$X = A/T$ El más cercano a 0/t es el mejor.	$X =$ Contable / Tiempo $A =$ Contable $T =$ Tiempo	Especificación de Requerimientos. Desarrollador. Tester.

Disponibilidad	Tiempo de servicio	Externa	¿Cuál es el tiempo de servicio del sistema que proporciona realmente?	Tomar el tiempo de servicio del sistema que se proporciona actualmente y tomar el tiempo de servicio del sistema regulado en el cronograma operacional	$X = A / B$ $A =$ Tiempo de servicio del sistema que se proporciona actualmente. $B =$ tiempo de servicio del sistema regulado en el cronograma operacional. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	$X =$ Tiempo $X =$ o / $A =$ Tiempo $T =$ Tiempo o	Especificación de Requerimientos. Desarrollador. Tester.
	Tiempo medio de Inactividad	Externa	¿Cuál es el tiempo promedio que el sistema está inactivo después que ocurre un fallo?	Tomar el tiempo de inactividad y contar el número de fallos observados	$X = A / T$ $A =$ Número de fallos observados $B =$ Tiempo total de inactividad. Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0/t es el mejor.	$X =$ Contable / $A =$ Contable $T =$ Tiempo o	Especificación de Requerimientos. Desarrollador. Tester.

Tolerancia a fallos	Prevención de Fallas	Externa	¿Cuántas fallas iniciales estuvieron bajo control para evitar fallas serias y críticas?	Contar el número de ocurrencia de fallas serias y críticas evitadas contra los casos de pruebas de fallas iniciales y el número de casos de pruebas de fallas iniciales ejecutados durante las pruebas	$X = A / B$ $A =$ Número de ocurrencias de fallas evitadas contra los casos de pruebas de fallas iniciales $B =$ Número de casos de pruebas de fallas iniciales ejecutados durante las pruebas	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	$X =$ Contable / Contable $A =$ Contable $T =$ Contable	Especificación de Requerimientos. Desarrollador. Tester.
	Redundancia	Interna/Externa	Cuántos tipos de componentes/sistemas son instalados de forma redundante para evitar un fallo en el sistema?	Contar el número total de tipos de componentes y el número de tipos de componentes instalados de forma redundante	$X = A / B$ $A =$ Número de componentes/sistemas instalados de forma redundante $B =$ Número de componentes/sistemas instalados	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	$X =$ Contable / Contable $A =$ Contable $T =$ Contable	Especificación de Requerimientos. Código fuente Desarrollador. Tester.

	Anulación de operación incorrecta	Interna	¿Cuántas funciones implementadas con capacidad de anular operaciones incorrectas?	Contar el número de funciones implementadas que evitan fallas críticas y serias causadas por operaciones incorrectas y contar el número de operaciones incorrectas presentadas	$X = A / B$ $A =$ Número de operaciones incorrectas presentadas $B =$ Número total de funciones implementadas para anular operaciones incorrectas. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	$X =$ Contable / Contable $A =$ Contable $T =$ Contable	Especificación de Requerimientos. Código fuente Desarrollador.
Recuperabilidad	Tiempo medio de recuperación	Interna/Externa	Cuál es el tiempo promedio que toma el sistema en recuperarse completamente después de un fallo	Tomar el tiempo que le tomó al sistema recuperarse y contar el número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entró en recuperación.	$X = A / T$ $A =$ Número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entro en recuperación $B =$ Tiempo que le tomo al sistema recuperarse Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0/t es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 10/t$	$X =$ Contable / Tiempo $A =$ Contable $T =$ Tiempo	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.

Nota. Recuperado de ISO/IEC 25023, 2020

Tabla 34

Métricas para la característica de Calidad Eficiencia y Desempeño

Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor Deseado	Tipo de Medida	Recursos utilizados
Comportamiento del tiempo	Tiempo de respuesta	Interna/Externa	¿Cuál es el tiempo estimado para completar una tarea?	Tomar el tiempo desde que se envía una petición hasta obtener una respuesta	$X = B - A$ $A = \text{Tiempo de envío de petición.}$ $B = \text{Tiempo en recibir la primera respuesta.}$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 15t$	$X = \text{Tiempo / Tiempo}$ $A = \text{Tiempo}$ $B = \text{Tiempo}$	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.
	Tiempo de espera	Interna/Externa	¿Cuál es el tiempo desde que se envía una instrucción, para que inicie un trabajo, hasta que la completa?	Tomar el tiempo cuando se inicia un trabajo y el tiempo en completar el trabajo	$X = B - A$ $A = \text{Tiempo cuando se inicia un trabajo.}$ $B = \text{Tiempo en completar un trabajo.}$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor. Donde el peor	$X = \text{Tiempo / Tiempo}$ $A = \text{Tiempo}$ $B = \text{Tiempo}$	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.

caso es
>= 15t

Rendimiento	Interna/Externa	¿Cuántas tareas pueden ser procesadas por unidad de tiempo?	Contar el número de tareas completadas en un intervalo de tiempo	$X = A/T$ A = Número de tareas completadas. B = Intervalo de tiempo. Donde: $T > 0$	$T = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor. Donde el mejor caso es $\geq 10t$	$X =$ Contable / Tiempo A= Contable T = Tiempo	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.
-------------	-----------------	---	--	--	--	---	---

Utilización de Recursos	Líneas de Código	Interna	¿Cuántas líneas de código existen por cada función implementada?	Contar el número de líneas de código (sin tomar en cuenta los espacios ni comentarios) que existen en una	$X = A$ A = Número de líneas de código	$1 \leq x \leq 50$ El más cercano a 1 es el mejor. Donde el peor caso es ≥ 50	$X =$ Contable A= Contable	Código fuente
--------------------------------	------------------	---------	--	---	---	--	-------------------------------------	---------------

			determinada función		líneas de código		
Utilización de CPU	Interna/Externa	¿Cuánto tiempo de CPU es usado para realizar una tarea dada?	Tomar el tiempo de operación y de cantidad de tiempo de CPU que se usa para realizar una tarea	$X = B / A$ $A =$ La cantidad de tiempo de CPU que realmente es usado para realizar una tarea. $B =$ Tiempo de operación. Donde: $B >$ 0	$0 \leq X$ ≤ 1 El más cercano a 0 es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 15t$	$X =$ Tiempo - Tiempo $A =$ Tiempo $B =$ Tiempo	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.

Utilización de memoria	Interna/Externa	¿Cuánto espacio de memoria es usado para realizar una tarea dada?	Medir la cantidad de espacios de memoria y la cantidad de espacios de memoria que realmente es usado para realizar una tarea	$X = B - A$ $A =$ La cantidad de espacios de memoria que realmente es usado para realizar una tarea dad. $B =$ Cantidad total de espacios de memoria Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 15$ El más cercano a 0 es el mejor.	$X =$ Tamaño - Tamaño $A =$ Tamaño $B =$ Tamaño	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.
Utilización de dispositivos de E/S	Interna/Externa	¿Cuánto tiempo de dispositivos de E/S utilizan para realizar una tarea?	Tomar el tiempo de operación y el tiempo de los dispositivos de E/S pasan ocupados para realizar una tarea.	$X = B - A$ $A =$ El tiempo de los dispositivos de E/S pasan ocupados para realizar la tarea.	$0 \leq X \leq 15$ El más cercano a 0 es el mejor.	$X =$ Tiempo - Tiempo $A =$ Tiempo $B =$ Tiempo	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.

B = Tiempo de operación
Donde: $B > 0$

Capacidad	Número de peticiones online	Interna/Externa	¿Cuántas peticiones online pueden ser procesadas por unidad de tiempo?	Contar el número máximo de peticiones online procesadas y tomar el tiempo de operación	$X = A/T$ A = Número máximo de peticiones online procesadas T = Tiempo de operación Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor. Donde el mejor caso es $\geq 10/t$	X = Contable/Tiempo A = Contable T = Tiempo	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.
	Número de Accesos simultáneos	Interna/Externa	¿Cuántos usuarios pueden acceder al sistema simultáneamente en un cierto tiempo?	Contar el número máximo de accesos simultáneos y tomar el tiempo de operación	$X = A/T$ A = Número máximo de accesos simultáneos T = Tiempo de operación	$X = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor. Donde el mejor caso es $\geq 10/t$	X = Contable/Tiempo A = Contable T = Tiempo	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.

Donde: $T >$
 0

Nota. Recuperado de ISO/IEC 25023, 2020

Tabla 35

Métricas para la característica de calidad Facilidad de Uso

Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor Deseado	Tipo de Medida	Recursos utilizados
Capacidad de reconocer su adecuación	Integridad de descripción	Interna/Externa	¿Qué cantidad de funciones (o tipos de funciones) son descritas como entendibles en la descripción del producto?	Contar el número de funciones (o tipo de funciones) descritas como entendibles en la descripción del producto y contar el número total de funciones (o tipos de funciones)	$X = A/B$ $A = \text{Número de funciones (o tipo de funciones) descritas como entendibles en la descripción del producto.}$ $B = \text{Número total de funciones (o tipos de funciones)}$ Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	$X = \text{Contable} / \text{Contable}$ $A = \text{Contable}$ $B = \text{Contable}$	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.
	Capacidad de demostración	Interna/Externa	¿Qué cantidad de funciones tienen	Contar el número de funciones	$X = A/B$ $A = \text{Número}$	$0 \leq X \leq 1$	$X = \text{Contable} / \text{Contable}$	Especificación de Requerimiento

la capacidad de demostración? implementada s con capacidad de demostración y contar el total de funciones que requieren capacidad de demostración

de funciones implementada s con capacidad de demostración.

El más cercano a 1 es el mejor.

Contabl e
A=
Contabl e
B =
Contabl e

s.
Código fuente.
Desarrollador.
Tester.

Donde: $B > 0$

Capacidad para ser entendido	Funciones Evidentes	Interna	¿Qué cantidad de funciones son evidentes al usuario?	Contar el número de funciones que son evidentes al usuario y comparar con el número total de funciones	$X = A/B$ A = Número de funciones (o tipos de funciones) evidentes al usuario B = Número total de funciones (o tipo de funciones)	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	X = Contabl e / Contabl e A= Contabl e B = Contabl e	Código fuente.
-------------------------------------	---------------------	---------	--	--	---	--	--	----------------

Donde: $B > 0$

Efectividad de la documentación del usuario o ayuda del sistema	Interna/Externa	Qué cantidad de funciones están descritas correctamente en la documentación del usuario ayuda	Contar el número de funciones descritas correctamente y contar el número total de funciones implementadas	$X = A/B$ A = Número de funciones descritas correctamente B = Número total de funciones implementadas	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.
---	-----------------	---	---	---	--	---	--

Donde: $B > 0$

Operatividad	Recuperabilidad de Error operacional	Interna	¿Qué cantidad de funciones pueden tolerar errores de usuario?	Contar el número de funciones implementadas con tolerancia a error de	$X = A/B$ A = Número total de funciones implementadas con	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	X = Contable / Contable A =	Código fuente.
---------------------	--------------------------------------	---------	---	---	--	--	------------------------------------	----------------

			usuarios y el número total de funciones requeridas con capacidad de tolerancia.	tolerancia a error de usuarios B = Número total de funciones requeridas con capacidad de tolerancia.		Contable B = Contable	
					Donde: $B > 0$		
Claridad del mensaje	Interna/Externa	¿Qué cantidad de mensajes son auto explicativo?	Contar el número de mensajes implementados con explicaciones claras y el número total de mensajes implementados	$X = A/B$ A = Número de mensajes implementados con explicaciones claras B = Número total de mensajes implementados	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.
					Donde: $B > 0$		

Consistencia operacional	Interna/Externa	¿Cuántas operaciones similares pueden llevarse a cabo consecuentemente?	Contar el número de operaciones que se comportan de manera incoherente y el número total de operaciones que se comportan de forma normal	$X = A/B$ A = Número de operaciones de manera incoherente B = Número total de operaciones que se comportan de forma normal Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.	
Protección contra errores de usuario	Posibilidad de personalización	Interna/Externa	¿Cuántas funciones y procedimientos operacionales puede un usuario modificar para su conveniencia?	Contar el número de funciones implementadas que pueden ser personalizadas durante la operación y el número de funciones que requieran capacidad de	$X = A/B$ A = Número de funciones implementadas que pueden ser personalizadas durante la operación B = Número de funciones	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.

personalización que requieran la capacidad de personalización

Donde: $B > 0$

Verificación de entradas válidas	Interna/Externa	¿Qué cantidad de ítems de entrada son válidos?	Contar el número de ítems de entrada que son validados y el número de ítems que necesitan ser validados	$X = A/B$ $A =$ Número de ítems de entrada que son validados. $B =$ Número de ítems que necesitan ser validados	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	$X =$ Contable / Contable $A =$ Contable $B =$ Contable	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.
Prevenición del uso incorrecto	Interna/Externa	¿Cuántas funciones tienen la capacidad de evitar operaciones incorrectas?	Contar número de funciones implementadas para evitar fallos de	$X = A/B$ $A =$ Número de operaciones iniciales	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano	$X =$ Contable / Contable	Especificación de Requerimientos. Código fuente.

				funcionamiento o provocados por un uso incorrecto y el número total de operaciones iniciales incorrectas	incorrectas. B = Número de funciones implementadas para evitar fallos provocados por un uso incorrecto	a 1 es el mejor.	A = Contable B = Contable	Desarrollador. Tester.
					Donde: $B > 0$			
Estética de la interfaz de usuario	Personalización de la apariencia de la interfaz de usuario	Interna/Externa	Qué cantidad de elementos de la interfaz de usuario puedes ser personalizados en apariencia/	Contar el número de tipos de elementos de interfaz de usuario que pueden ser personalizados y contar el número total de tipos de elementos de interfaz.	$X = A/B$ A = Número de elementos de interfaz que pueden ser personalizados B = Número total de elementos de interfaz	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.
					Donde: $B > 0$			

Accesibilidad técnica	Accesibilidad Física	Interna/Externa	¿A qué cantidad de funciones puede acceder un usuario con discapacidades físicas?	Contar el número de funciones a las que pueden acceder personas con discapacidad y contar el número total de funciones implementadas	$X = A/B$ A = Número de funciones a las que pueden acceder personas con discapacidad B = Número total de funciones implementadas Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.
------------------------------	----------------------	-----------------	---	--	--	--	---	--

Nota. Recuperado de ISO/IEC 25023, 2020

Tabla 36

Métricas para la característica de calidad Seguridad

Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor Deseado	Tipo de Medida	Recursos utilizados
Confidencialidad	Capacidad de control de acceso	Interna/Externa	¿Qué tan controlable son los accesos al sistema?	Contar el número de diferentes tipos de operaciones ilegales detectados y el número de tipos de operaciones ilegales en la especificación	$X = A/B$ $A =$ Número de diferentes tipos de operaciones ilegales detectados $B =$ Número de operaciones ilegales en la especificación Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	$X =$ Contable / Contable $A =$ Contable $B =$ Contable	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.
	Encriptación de datos	Interna/Externa	¿Qué tan correctamente es la implementación de encriptación/desencriptación de datos de acuerdo a la especificación de requerimientos?	Contar el número de elementos de datos encriptados/desencriptados correctamente y el número de elementos de datos que requiere	$X = A/B$ $A =$ Número de elementos de datos encriptados/desencriptados correctamente $B =$ Número de elementos de datos	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1	$X =$ Contable / Contable $A =$ Contable $B =$ Contable	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador.

					propiedad de no-repudio	es el mejor.	B = Contable	
					Donde: $B > 0$			
Responsabilidad	Capacidad de auditorio de acceso	Interna/Externa	¿Qué tan completa es la pista de auditoria en l=relación al acceso de los usuarios al sistema de datos?	Contar el número de accesos al sistema y los datos registrados en el log del sistema y el número de accesos ocurridos en realidad	$X = A/B$ $A =$ Número de accesos ocurridos en realidad $B =$ Número de accesos al sistema y los datos registrados en el log del sistema Donde: $B > 0$	$0 \leq X <= 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	$X =$ Contable / Contable $A =$ Contable $B =$ Contable	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.
Autenticidad	Métodos de autenticación	Interna/Externa	Qué tan bien el sistema autentica la identidad de un sujeto o recurso>	Contar el número de métodos de autenticación previstos	$X = A$ $A =$ Número de métodos de autenticación previstos	$X \geq 0$ Donde X es 0, siendo X el mejor ≥ 2	$X =$ Contable	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.

Nota. Recuperado de ISO/IEC 25023

Tabla 37

Métricas para la característica de calidad Compatibilidad

Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor Deseado	Tipo de Medida	Recursos utilizados
Coexistencia	Coexistencia disponible	Interna/Externa	¿Qué tan adaptable es el sistema en compartir su entorno con otros sistemas sin causar efectos adversos?	Contar el número de entidades con las que el producto puede coexistir y el número de entidades en el entorno de operaciones que requieren de coexistencia	$X = A/B$ $A =$ número de entidades con las que el producto puede coexistir $B =$ número de entidades en el entorno de operaciones que requieren de coexistencia Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	$X =$ Contable / Contable $A =$ Contable $B =$ Contable	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.
Interoperabilidad	Conectividad con	Interna/Externa	¿Qué tan correctamente se ha implementado?	Contar el número de interfaces implementadas	$X = A/B$ $A =$ número de interfaces	$0 \leq X \leq 1$ El más	$X =$ Contable / Contable	Especificación de Requerimientos.

Tabla 38

Métricas para la característica de calidad Mantenibilidad

Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor Deseado	Tipo de Medida	Recursos utilizados
Modularidad	Capacidad de condensación	Interna	¿Qué tan buena es la relación entre los componentes del sistema?	Contar el número de componentes que no son afectados por cambios de otros componentes y el número total de componentes específicos	$X = A/B$ A = número de componentes que no son afectados por cambios de otros componentes B = número total de componentes específicos	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor.	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable	Código fuente.
					Donde: $B > 0$			

	Acoplamiento de clases	Interna	¿Qué tan fuerte es la relación entre una función del sistema con otras clases implementadas?	Contar el número de relaciones que tiene una función con respecto a otras clases	$X = A$ A = número de relaciones que tiene una función con respecto a otras clases	$1 \leq X \leq 4$ El más cercano a 1 es el mejor.	X = Contable A = Contable	Código fuente.
Reusabilidad	Ejecución de reusabilidad	Interna	¿Cuántos elementos pueden ser reutilizados?	Contar el número de elementos reutilizados y el número total de los elementos de la biblioteca reutilizable	$X = A/B$ A = número de elementos reutilizados B = número total de los elementos de la biblioteca reutilizable	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable	Código fuente.

Donde: $B > 0$

Capacidad de ser analizado

Capacidad de pistas de auditoría	Interna/Externa	¿Los usuarios pueden identificar fácilmente la operación específica que causo el fallo?	Contar el número de datos realmente grabadas durante la operación y el número de datos previstos a grabarse para controlar el estado del sistema durante la operación	$X = A/B$ $A =$ número de datos realmente grabadas durante la operación $B =$ número de datos previstos a grabarse para controlar el estado del sistema durante la operación Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	$X =$ Contable / Contable $A =$ Contable $B =$ Contable	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.
Diagnóstico de funciones suficientes	Interna/Externa	¿Hasta qué punto las funciones de diagnóstico están preparadas o hasta qué punto funcionan para	Contar el número de funciones de diagnóstico implementadas y contar el número de funciones de diagnóstico	$X = A/B$ $A =$ número de funciones de diagnóstico implementadas $B =$ número	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	$X =$ Contable / Contable $A =$ Contable $B =$ Contable	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.

			el análisis causal?	requeridas en la especificación de requerimientos	de funciones de diagnóstico requeridas en la especificación de requerimientos		B = Contable	
						Donde: $B > 0$		
Capacidad de ser modificado	Complejidad ciclomática	Interna	¿Cuál es la complejidad estructural de un código fuente?	Contar las instrucciones condicionales, bucles, salidas de métodos y clausulas AND y OR dentro de los condicionales	X = A+1 A = Número de instrucciones condicionales que tiene una función	$0 \leq X \leq 15$ El más cercano a 1 es el mejor.	X = Contable A = Contable	Código fuente.
	Profundidad de herencia	Interna	Qué tan profunda es la jerarquía de la herencia de las clases involucradas en una determinada función	Contar las jerarquías empleadas en una determinada función o método	X = A A = Número de jerarquías empleadas en una determinada función	$0 \leq X \leq 4$ El más cercano a 0 es el mejor.	X = Contable A = Contable	Código fuente.

Grado de localización de corrección de impacto	Interna/Externa	¿Hasta qué punto los problemas causados pueden tener como consecuencia un mantenimiento?	Contar el número de fallas aparecidas después que se ha resuelto un fallo y contar el número de fallas resueltas	$X = A/B$ $A =$ número de fallas aparecidas después que se ha resuelto un fallo $B =$ número de fallas resueltas	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor.	$X =$ Contable / Contable $A =$ Contable $B =$ Contable	Especificación de Requerimientos. Código fuente. Desarrollador. Tester.
				Donde: $B > 0$			
Complejidad de modificación	Externa	¿Con qué facilidad el desarrollador puede modificar el software para resolver problemas?	Tomar el tiempo de trabajo que le toma al desarrollador modificar y contar el número de modificaciones	$X = A/T$ $A =$ Número de modificaciones $B =$ Tiempo de trabajo que le toma al desarrollador modificar	$x = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor.	$X =$ Contable / Tiempo $A =$ Contable $T =$ Tiempo	Desarrollador.
				Donde: $B > 0$			

Índice de éxito de modificación	Externa	¿Hasta qué punto el sistema puede ser operado sin fallas después del mantenimiento?	Contar el número de problemas dentro de un determinado periodo antes de mantenimiento y contar el número de problemas en el mismo periodo después del mantenimiento	$X = A/B$ A = número de problemas dentro de un determinado periodo antes de mantenimiento B = número de problemas en el mismo periodo después del mantenimiento Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor.	X = Contable / Contable A = Contable T = Contable	Desarrollador.
---------------------------------	---------	---	---	---	--	---	----------------

Capacidad de ser probado	Complejidad funcional de funciones de pruebas	Interna	¿Son las funciones de prueba completas y fáciles de usar e implementar?	Contar el número de funciones de prueba implementadas y contar el número de funciones de prueba requeridas	$X = A/B$ $A =$ número de funciones de prueba implementadas $B =$ número de funciones de prueba requeridas	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	$X =$ Contable / Contable $A =$ Contable $T =$ Contable	Código fuente. Tester
	Capacidad de prueba autónoma	Interna	¿Qué tan independiente es el software al ser probado?	Contar el número de pruebas que están dependiendo de otros sistemas y contar el número total de las pruebas dependientes con otros sistemas	$X = A/B$ $A =$ número de pruebas que están dependiendo de otros sistemas $B =$ número total de las pruebas dependientes con otros sistemas	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor.	$X =$ Contable / Contable $A =$ Contable $T =$ Contable	Código fuente. Tester

Donde: $B > 0$

Capacidad de reinicio de pruebas	Interna	¿Con qué facilidad se puede llevar a cabo las pruebas nuevamente después del mantenimiento ?	Contar el número de casos en los cuales el mantenedor puede causar y restaurar las pruebas y contar el número de casos de pausa en la ejecución de pruebas	$X = A/B$ A = número de casos en los cuales el mantenedor puede causar y restaurar las pruebas B = número de casos de pausa en la ejecución de pruebas	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	X = Contable / Contable A = Contable T = Contable	Código fuente. Tester

Donde: $B > 0$

Nota. Recuperado de ISO/IEC 25023, 2020

Tabla 39

Métricas para la característica de calidad Portabilidad

Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor Deseado	Tipo de Medida	Recursos utilizados	
Adaptabilidad	Adaptabilidad en entorno hardware	Interna/Externa	¿Es el sistema lo suficientemente capaz de adaptarse al entorno hardware?	Contar el número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el entorno hardware y contar el número total de funciones las cuales han sido probadas	Contar el número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el entorno hardware y contar el número total de funciones las cuales han sido probadas	$X = A/B$ $A = \text{Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el entorno hardware}$ $B = \text{Número total de funciones que han sido probadas}$ Dónde: $B > 0$	$0 \leq X < 1$ El más cercano a 0, es el mejor	X= Contable/Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester

Adaptabilidad en entorno de software	Interna/Externa	¿Es el sistema lo suficientemente capaz de adaptarse al entorno del sistema software?	Contar el número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el sistema y contar el número total de funciones las cuales han sido probadas	$X = A/B$ A = Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el sistema B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X < 1$ El más cercano a 0, es el mejor	X= Contable/Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester
Adaptabilidad en entorno empresarial	Interna/Externa	¿Es el sistema lo suficientemente capaz de adaptarse al entorno operacional?	Contar el número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las	$X = A/B$ A = Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las	$0 \leq X < 1$ El más cercano a 0, es el mejor	X= Contable/Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester

pruebas operativas con usuarios del entorno empresarial y contar el número total de funciones las cuales han sido probadas

pruebas operativas con usuarios del entorno empresarial B = Número total de funciones que han sido probadas
Dónde: $B > 0$

Capacidad de ser Instalado

Eficiencia Externa en el tiempo de instalación

Externa

¿Cuánto tiempo es requerido para realizar una instalación?

Contar el tiempo total transcurrido al instalar el sistema y contar el número de reintentos al instalar el sistema

$X = A/T$
A = Número de reintentos al instalar el sistema
T = Tiempo total transcurrido al instalar el sistema
Dónde: $T > 0$

$X = A/T$
El más lejano a 0/t es el mejor

X= Contable/Contable
A= Contable
B= Contable

Desarrollador, Tester

Facilidad de instalación	Externa	¿Puede fácilmente el usuario o el desarrollador instalar el software en un entorno operacional?	Contar el número de casos en que los usuarios tuvieron éxito al instalar el sistema cambiando proceso de instalación para su conveniencia y contar el número total de casos en que los usuarios han intentado cambiar el proceso de instalación para su conveniencia	$X = A/B$ A = Número de casos en que los usuarios tuvieron éxito al instalar el sistema cambiando proceso de instalación para su conveniencia B = Número total de casos en que los usuarios han intentado cambiar el proceso de instalación para su conveniencia Dónde: $B > 0$	$0 \leq X < 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X= Contable/Contable A= Contable B= Contable	Desarrollador, Tester
--------------------------	---------	---	--	--	---	--	-----------------------

Capacidad de ser Reemplazado	Consistencia en la función de soporte al usuario	Interna/Externa	¿Cuán consistente es el nuevo componente con la interfaz de usuario existente?	Contar el número de nuevas funciones que son consideradas como no consistentes por el usuario y contar el número de nuevas funciones	X = A/B A = Número de nuevas funciones que son consideradas como no consistentes por el usuario B = Número de nuevas funciones Dónde: B > 0	0 ≤ X < 1 El más cercano a 0, es el mejor	X = Contable/Contable A = Contable B = Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester
	Inclusividad funcional	Externa	¿Pueden fácilmente las funciones ser utilizadas después de ser cambiadas a por otras similares?	Contar el número de funciones que producen resultados similares con anterioridad y que no se han exigido cambios y contar el número de	X = A/B A = Número de funciones que producen resultados similares con anterioridad y que no se han exigido cambios B = Número de funciones	0 ≤ X < 1 El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable/Contable A = Contable B = Contable	Desarrollador, Tester

			funciones probadas que son similares a las funciones proporcionadas por otro software para ser reemplazado	probadas que son similares a las funciones proporcionadas por otro software para ser reemplazado			
					Dónde: $B > 0$		
Uso continuo de datos	Externa	¿Pueden los datos fácilmente ser utilizados después de reemplazar el software por otro similar?	Contar el número de datos que son continuamente utilizables por el software a ser reemplazado y contar el número de datos que son continuamente reutilizables por el	$X = A/B$ A = número de datos que son continuamente utilizables por el software a ser reemplazado B = Número de datos que son reutilizables por el software a ser	$0 \leq X < 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X= Contable/Contable A= Contable B= Contable	Desarrollador, Tester

software a ser
reemplazado

reemplazado
Dónde > 0

Nota. Recuperado de ISO/IEC 25023, 2020.

5.1.5.2. Métricas de Calidad en Uso

Las métricas para la calidad en uso se describen en la Tabla 40.

Tabla 40

Métricas de Calidad en Uso

Característica	Subcaracterísticas	Nivel de Importancia
Efectividad	Efectividad	<ul style="list-style-type: none"> • Completitud de la tarea. • Efectividad de la tarea. • Frecuencia de error.
Eficiencia	Eficiencia	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de la tarea. • Tiempo relativo de la tarea. • Eficiencia de la tarea. • Eficiencia relativa de la tarea. • Porcentaje productivo. • Numero relativo de las acciones del usuario.
Satisfacción	Utilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de satisfacción. • Uso discrecional de las funciones. • Porcentaje de quejas de los clientes.
Libertad de riesgo	Libertad del riesgo económico	<ul style="list-style-type: none"> • Retorno de la Inversión (ROI). • Tiempo para lograr el retorno de la inversión. • Rendimiento relativo de negocios. • Balanced Score Card. • Tiempo de entrega. • Ganancias para cada cliente. • Errores con consecuencias económicas. • Corrupción del software
	Libertad del riesgo de salud y seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia de problemas en la salud y seguridad del usuario. • Impacto en la salud y seguridad del usuario. • Seguridad de las personas afectadas por el uso del sistema.
	Mitigación del riesgo ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto Ambiental
Cobertura de contexto	Integridad de contexto	<ul style="list-style-type: none"> • Completitud de contexto
	Flexibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Función flexible del diseño.

Nota. Recuperado de ISO/IEC 25022, 2020

La descripción de las métricas para evaluar la calidad interna y externa se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 41

Métricas para la característica de calidad Efectividad

Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor Deseado	Tipo de Medida	Recursos utilizados
Efectividad	Completitud Completitud de tarea	Uso	¿Qué cantidad de tareas son completadas correctamente?	Contar el número de tareas completadas y el número total de tareas intentadas.	$X = A / B$ $A = N^{\circ}$ de tareas completadas. $B = N^{\circ}$ total de tareas intentadas. Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	$X =$ Contable/Contable $A =$ Contable $B =$ Contable	Observación
	Efectividad de la tarea	Uso	¿Qué cantidad de los objetivos de la tarea se realiza completamente?	Tomar el valor proporcional de cada componente faltante o incorrecto en la salida de la tarea.	$X = A / B$ $A =$ Cantidad de objetivos completados por la tarea. $B =$ Cantidad de objetivos planeados que realice la tarea.	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	$X =$ Contable/Contable $A =$ Contable $B =$ Contable	Observación

Dónde: $B > 0$

Frecuencia de Error	Uso	¿Cuál es la frecuencia de errores cometidos por el usuario en comparación con lo planeado?	Contar el número de errores cometidos por los usuarios y contar el número de tareas	$X = A / B$ A = Número de errores cometidos por el usuario. B = Número de tareas. Dónde: $B > 0$	$1 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X = Contable/Contable e A = Contable B = Contable	Observación
---------------------	-----	--	---	---	---	--	-------------

Nota. Recuperado de ISO/IEC 25022, 2020

Tabla 42

Métricas para la característica de calidad Eficiencia

Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor Deseado	Tipo de Medida	Recursos utilizados
Eficiencia	Tiempo de la tarea	Uso	¿Cuánto tiempo se tarda en completar una tarea en comparación con lo planeado?	Tomar el tiempo planeado y el tiempo actual.	$X = A / B$ A = Tiempo actual. B = Tiempo planeado. Dónde: $A > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Si $A \leq B$ el más cercano a 0 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado como el peor caso.	X = Tiempo/Tiempo A = Tiempo B = Tiempo	Observación.
	Tiempo relativo de la tarea	Uso	¿Cuánto tiempo necesita un usuario normal en completar una tarea en comparación con un experto?	Tomar el tiempo que completa una tarea un usuario normal y el tiempo que completa una tarea un	$X = A / B$ A = Tiempo que completa una tarea un usuario experto. B = Tiempo que completa	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X = Tiempo/Tiempo A = Tiempo B = Tiempo	Observación.

			usuario experto.	una tarea un usuario normal. Donde $B > 0$.			
Eficiencia de la tarea	Uso	¿Qué tan eficientes son los usuarios?	Contar el número de tareas efectivas y tomar el tiempo de la tarea	$X = A / T$ $A = N^{\circ}$ de tareas efectivas. $B =$ Tiempo de la tarea. Dónde: $T > 0$	$X = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor	$X =$ Contable/Tiempo o $A =$ Contable $B =$ Tiempo	Observación.
Eficiencia relativa de la tarea	Uso	¿Qué tan eficiente es un usuario comparado con lo planeado?	Contar el número de tareas eficientes realizadas por un usuario ordinario y contar el número de tareas eficientes planeadas	$X = A/B$ $A =$ Número de tareas eficientes realizadas por un usuario ordinario $B =$ Número de tareas eficientes planeadas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es lo mejor	$X =$ Contable/Contable $A =$ Contable $B =$ Contable	Observación. Especificaciones de requerimientos

Influencia del uso de la norma ISO/IEC 25000 en el nivel de calidad del sistema SnyFuel de la Empresa Grifo 3B

Productividad económica	Uso	¿Qué tan rentable es el usuario?	Contar el número de tareas efectivas y tomar el costo total de las tareas	$X = A/B$ $A = \text{Número de tareas efectivas}$ $B = \text{Número de tareas totales}$ Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es lo mejor	$X = \text{Contable/Contable}$ $A = \text{Contable}$ $B = \text{Contable}$	Observación. Especificaciones de requerimientos
Porcentaje productivo	Uso	¿Cuál es el porcentaje de tiempo que el usuario realiza acciones de productividad?	Tomar el tiempo de productividad y el tiempo de la tarea	$X = A/B$ $A = \text{Tiempo de la tarea}$ $B = \text{Tiempo de productividad}$ Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Si $A \leq B$ el más cercano a 0 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado como el peor caso	$X = \text{Tiempo/Tiempo}$ $A = \text{Tiempo}$ $B = \text{Tiempo}$	Observación.

Numero relativo de acciones del usuario	Uso	¿Cuál es el número de acciones mínimas necesarias que realizan los usuarios?	Contar el número de acciones realizadas por los usuarios y contar el número de acciones necesarias actualmente	X = A/B A = Número de acciones realizadas por los usuarios B = Número de acciones necesarias actualmente Dónde: B > 0	0<=X<=1 El más cercano a 1 es lo mejor	X= Contable/Contable A=Contable B=Contable	Observación.
---	-----	--	--	--	---	---	--------------

Nota. Recuperado de ISO/IEC 25022, 2020

Tabla 43

Métricas para la característica de calidad Satisfacción

Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor Deseado	Tipo de Medida	Recursos utilizados
Utilidad	Nivel de satisfacción	Uso	¿Qué tan satisfecho está el usuario?	Realizar un cuestionario sobre el nivel de satisfacción sobre el sistema.	$X = A/B$ A= Numero de preguntas con respuesta satisfactorias B = Número total de preguntas realizadas en el cuestionario. Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es lo mejor	X = Contable/Contable A = Contable B = Contable	Usuario
	Uso discrecional de las funciones	Uso	¿Qué porcentaje de los usuarios optan por utilizar las funciones sistema?	Observación de uso	$X = A/B$ A= Número de funciones específicas del software que se utilizan B= Número total de funciones que	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, mejor	X= Contable/Contable A= Contable B=Contable	Usuario

destinados a ser usados

Porcentaje de quejas de los clientes	Uso	¿Cuál es el porcentaje de quejas realizadas por los clientes?	Contar el número de clientes que se quejan y contar el número total de clientes	$X = A/B$ A = Número de clientes que se quejan B = Número total de clientes Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0, mejor	X= Contable/Contable A=Contable B=Contable	Cientes
--------------------------------------	-----	---	---	---	--	---	---------

Nota. Recuperado de ISO/IEC 25022, 2020

Tabla 44

Métricas para la característica de calidad Libertad de Riesgo

Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor Deseado	Tipo de Medida	Recursos utilizados
Libertad del riesgo económico	Retorno de la Inversión (ROI)	Uso	¿Cuál es el retorno de la inversión?	Consultar los beneficios obtenidos y el capital invertido	$X = A / B$ A = Beneficios obtenidos B = Beneficios esperados. B > 0	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es lo mejor	X = Contable/Contable A = Contable B = Contable	Cliente
	Tiempo para lograr el retorno de la inversión	Uso	¿El retorno de la inversión es logrado en un tiempo aceptable?	Tomar el tiempo para lograr el ROI y tomar el tiempo aceptable para lograr el ROI	$X = A / B$ A = Tiempo real para lograr el ROI B = Tiempo aceptable para lograr el ROI Dónde: B > 0	$0 \leq X \leq 1$ Si $A \leq B$ el más cercano a 0 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado	X = Tiempo / Tiempo A = Tiempo B = Tiempo	Usuario

					o como el peor caso	
Rendimiento relativo de negocios	Uso	¿Qué tan comparable es el rendimiento del negocio con otras empresas de primera clase en la industria o en la misma empresa	Consultar el monto de la inversión de TI o de las ventas de la empresa y el monto de inversión de TI o las ventas planeadas de la empresa para la comparación	$X = B/A$ $A =$ Monto de inversión de TI o las ventas planeadas de la empresa para la comparación $B =$ Monto real de la inversión de TI o de las ventas de la empresa Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Si $B \leq A$ el más cercano a 1 es lo mejor. Si $B > A$ será considerado como el mejor caso	Cliente
Balanced Score Card	Uso	Los beneficios de la inversión en IT evaluados	Consultar el resultado del BSC y el planeado	$X = A/B$ $A =$ Resultado del BSC $B =$ BSC	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, mejor.	Cliente

		utilizando los Balanced Score Card para cumplir los objetivos		planeado Dónde: $B > 0$			
Tiempo de entrega	Uso	¿Cuál es el tiempo de entrega para cumplir los objetivos?	Consultar el tiempo de entrega actual o retrasos en las entregas y el tiempo de entrega planeado o retrasos en las entregas	$X = A/B$ $A = \text{Tiempo de entrega planeado o retrasos en las entregas de entrega actual o retrasos en las entregas}$ $B = \text{Tiempo de entrega actual o retrasos en las entregas}$ Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Si $A \leq B$ el más cercano a 0 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado como el peor caso	$X = \text{Tiempo} / \text{Tiempo}$ $A = \text{Tiempo}$ $B = \text{Tiempo}$	Cliente
Ganancias Para Cada Cliente	Uso	Las ganancias de cada cliente al cumplir con sus objetivos	Consultar los ingresos reales de un cliente y los ingresos planeados de un cliente	$X = A/B$ $A = \text{Ingresos reales de un cliente}$ $B = \text{Ingresos planeados de un cliente}$ Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Si $A \leq B$ el más cercano a 1 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado como el mejor caso	$X = \text{Contable} / \text{Contable}$ $A = \text{Contable}$ $B = \text{Contable}$	Cliente

Errores con consecuencias económicas	Uso	La frecuencia de corrupción del software resultado de errores humanos o del sistema con consecuencias económicas	Contar el número de errores con consecuencias económicas y contar número total de situaciones de uso	$X = A/B$ A = Número de errores con consecuencias económicas B = Número total de situaciones de uso Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X=Contable/Contable A=Contable B=Contable	Cliente
--------------------------------------	-----	--	--	---	---	---	---------

Corrupción del software	Uso	La frecuencia de corrupción del software resultado de errores humanos o del sistema	Contar el número de ocurrencias de corrupción del software y contar número total de situaciones de uso.	$X = A/B$ A = Número de ocurrencias de corrupción del software B = Número total de situaciones de uso Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X=Contable/Contable A=Contable B=Contable	Cliente
-------------------------	-----	---	---	---	---	---	---------

Libertad del riesgo de salud y seguridad	Frecuencia de problemas en la salud y seguridad del usuario	Uso	El impacto en la salud y la seguridad en los usuarios del producto	Contar el número de usuarios que notificaron problemas de salud y contar el número total de usuarios	$X = A/B$ $A = \text{Número de usuarios que notificaron problemas de salud}$ $B = \text{Número total de usuarios}$ Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	$X = \text{Contable/Contable}$ $A = \text{Contable}$ $B = \text{Contable}$	Usuario
	Impacto en la salud y seguridad del usuario	Uso	El impacto en la salud y la seguridad en los usuarios del producto	Contar el número de personas afectadas, tomar el tiempo y el grado de importancia	$X = A/T$ $A = \text{Número de personas afectadas}$ $T = \text{Tiempo}$	$0 \leq X \leq 5$ El más cercano a 0 es el mejor		
	Seguridad de las personas afectadas por el uso del sistema	Uso	La incidencia de riesgo para las personas afectadas por el uso del sistema	Contar el número de personas puestas en peligro y contar el número total de personas	$X = A/B$ $A = \text{Número de personas puestas en peligro}$ $B = \text{Número total de personas}$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	$X = \text{Contable/Contable}$ $A = \text{Contable}$ $B = \text{Contable}$	Usuario

				potencialmente afectadas por el sistema	potencialmente afectadas por el sistema Dónde: $B > 0$			
Libertad del riesgo ambiental	Impacto Ambiental	Uso	El impacto ambiental de la elaboración y el uso del sistema	Estimar el impacto ambiental y el impacto ambiental aceptable	$X = A/B$ A = Impacto ambiental aceptable B = Impacto ambiental real Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Si $A \leq B$ el más cercano a 0 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado como el peor caso	X=Contable/Contable A=Contable B=Contable	Usuario, cliente, desarrollador

Nota. Recuperado de ISO/IEC 25022, 2020

Tabla 45

Métricas para la característica de calidad Cobertura de Contexto

Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor Deseado	Tipo de Medida	Recursos utilizados
Compleitud de Contexto	Compleitud de Contexto	Uso	Porcentaje en que el producto puede utilizarse con facilidad en contextos de uso	Contar el número de contextos con la facilidad de uso inaceptable y el número total de distintos contextos de uso	$X = A/B$ A= Número de contextos de uso inaceptables B = Número total de distintos contextos de uso Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	$X =$ Contable /Contable $A =$ Contable $B =$ Contable	Cliente
Flexibilidad	Función flexible del diseño.		Grado en que el producto puede adaptarse para satisfacer las diferentes necesidades de los usuarios	Contar el número de características diseñadas con completa flexibilidad y contar el número total de características de diseño	$X = A/B$ A= Número de características diseñadas con completa flexibilidad B = Número total de características de diseño Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	$X =$ Contable /Contable $A =$ Contable $B =$ Contable	Usuario

Nota. Recuperado de ISO/IEC 25022

5.2. Anexo 2 Modelo de evaluación ISO/IEC 25000 (ISO 25000 Calidad del Producto de Software, 2019)

La norma ISO/IEC 25040, proporciona un modelo de referencia y una descripción del proceso de evaluación de la calidad del producto software y establece los requisitos para la aplicación de este proceso. El proceso se puede utilizar para la evaluación de la calidad interna, externa y en uso.

5.2.1. Modelo de referencia para la evaluación de calidad del producto software

El modelo de referencia describe las entradas, resultados, del proceso de evaluación, así como también las restricciones y recursos tal como se muestra en la Figura 22:

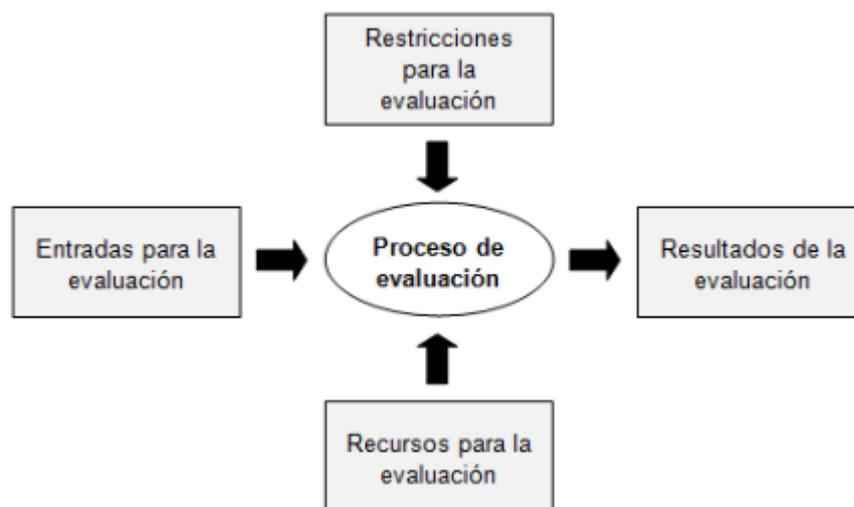


Figura 22. Modelo de Referencia para la evaluación de la calidad del producto de software
Fuente: ISO/IEC 25040

Como ejemplo las entradas, salidas, recursos y restricciones pueden incluir lo siguiente:

Entradas

- Requisitos de evaluación de calidad del producto software.
- Especificación de requisitos de calidad del producto software.
- Producto software y productos intermedios a ser evaluados.

Salidas

- Reporte de evaluación.
- Plan de evaluación de calidad del producto software.
- Criterios de decisión definidos por las métricas de calidad.
- Criterios de decisión para la evaluación.
- Planificación de las actividades de evaluación.
- Métricas de calidad.

Recursos

- Metodología y herramientas de medida apropiadas
- Documentos SQuaRE: ISO/IEC 25001, 25010, 2502n, 25030 y 2504n.
- Recursos humanos y económicos para la evaluación.
- Sistema de información para la evaluación.
- Bases de dato para la evaluación

Restricciones

Restricciones con respecto a:

- Recursos para la evaluación.
- Horarios para la evaluación.
- Costos para la evaluación.
- Entornos para la evaluación.
- Metodología y herramientas para la evaluación.
- Informes para la evaluación

5.2.2. Proceso de evaluación de calidad del producto de software

Describe los procesos generales y detalla las actividades, tareas, sus propósitos, entradas, resultados e información complementaria para la evaluación de calidad.

Para el proceso de evaluación de un producto software se identifican dos roles: el solicitante y el evaluador.

- El primer rol, puede ser representado por un desarrollador, un proveedor, un adquisidor o usuario del software.
- El segundo rol es representado por el evaluador.

En la Figura 23 se presentan los procesos generales con las respectivas tareas y los resultados entregables que se deben obtener:

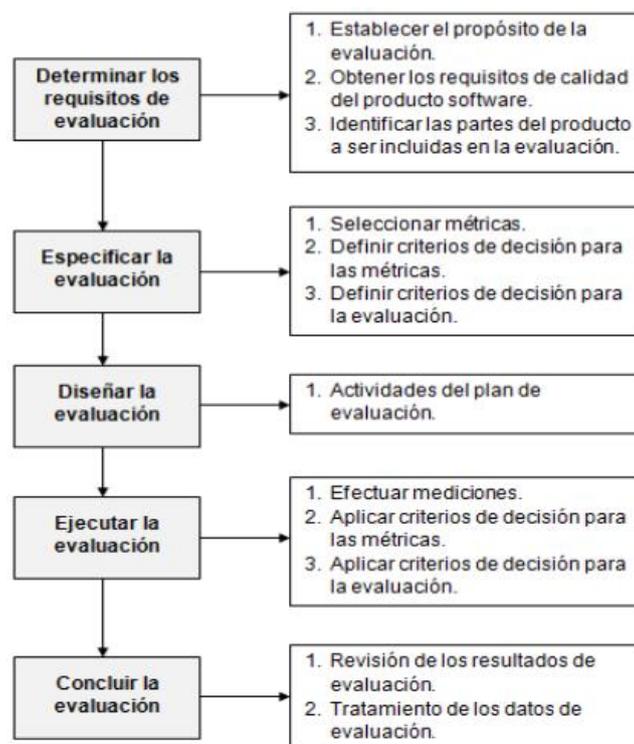


Figura 23. Proceso de evaluación de la calidad del producto de software

Fuente: ISO/IEC 25040

La evaluación de calidad puede ser realizada durante o después del proceso de desarrollo o adquisición, por parte de organismos/empresas de desarrollo, adquisición o evaluadores independientes.

5.2.3. Guía de evaluación para desarrolladores, compradores y evaluadores independientes

La norma ISO/IEC 25041 proporciona una guía de evaluación de calidad e indica los requisitos específicos desde el punto de vista de desarrolladores, compradores y evaluadores independientes, considerando que el proceso de evaluación se podrá utilizar para diferentes propósitos y enfoques.

Teniendo en cuenta que la evaluación de calidad del producto software será realizada por una persona independiente y externa a la empresa que tomará el rol de Evaluador, se describirá sólo la guía de evaluación de calidad para evaluadores independientes,

A continuación, se describe las actividades, tareas con sus respectivas entradas y salidas, de acuerdo a la Figura 20:

5.2.3.1. Determinar los requisitos de evaluación

A continuación, se detalla las respectivas entradas y salidas para esta actividad:

Entradas:

- Necesidades de evaluación.
- Producto software a ser evaluado.

Salidas:

- Especificación del propósito de evaluación.
- Especificación de los requisitos de evaluación.

Para poder determinar los requisitos de evaluación, existen las siguientes tareas:

5.2.3.1.1 Establecer los propósitos de evaluación

En esta tarea se debe especificar cuál es el propósito de evaluación. Dependiendo del producto software al cual se va aplicar la evaluación, para ello la norma 25041, establece dos grupos:

- Producto de software intermedio.
- Producto de software final.

Por ejemplo, si la evaluación se va aplicar a un producto software intermedio, el propósito de evaluación podría ser:

- Mejorar la calidad.
- Asegurar la calidad.
- Predecir o estimar la calidad del producto final.
- Determinar las causas de fallos en una investigación.
- Decidir la finalización de una etapa del ciclo de vida y cuando enviar los productos a la siguiente etapa.
- Recoger información de productos intermedios con el fin de gestionar y controlar el proceso de desarrollo.
- Mejorar la productividad de los procesos de diseño, implementación, y pruebas

Por ejemplo, si la evaluación se va aplicar a un producto software final, el propósito de evaluación podría ser:

- Asegurar la calidad.
- Decidir cuándo publicar el producto.

- Valorar los efectos positivos y negativos del producto cuando se encuentra en uso.
- Comparar el producto con productos competitivos.
- Decidir cuándo mejorar o reemplazar el producto.

5.2.3.1.2 Identificar las partes del producto a ser incluidas en la evaluación

Las partes del producto que deben ser incluidas en la evaluación dependerá de la entidad objetivo que se defina, pueden existir los siguientes casos:

Para asegurar la calidad de un producto final, la entidad objetivo de evaluación deben ser productos finales como:

- Especificación del producto.
- Código fuente del programa.
- Manuales.
- Descripción del producto final.
- Resultado de pruebas (pruebas del sistema, pruebas de funcionamiento).
- El producto durante la ejecución.

Para mejorar la calidad del producto y la productividad en el proceso de desarrollo, la entidad objetivo de evaluación deben ser productos intermedios como:

- Documentación del diseño.
- Especificación del producto.
- Código fuente del programa.
- Documentación de las pruebas (pruebas unitarias, pruebas del sistema).
- El programa ejecutable.

Una vez identificado la entidad objetivo de evaluación, se debe obtener una descripción de la misma, con el fin de:

- Definir el alcance de la evaluación.
- Permitir a los evaluadores identificar los componentes del producto a ser evaluados.

En la descripción del producto se incluirá una lista de sus componentes, su estructura y una lista de la documentación existente del producto. Para cada componente y documento relacionado con el producto, se proveerá la siguiente información:

- Descripción de cada componente.
- Información acerca de los usos del componente.
- Información acerca de la capacidad del componente.
- Relaciones con otros componentes.
- Información acerca de la disponibilidad del componente producto para los evaluadores.

Posteriormente se debe registrar todos los componentes y documentos relacionados con el producto, de la siguiente manera:

- Identificador único del componente o documento.
- Nombre del componente o título del documento.
- Condiciones del documento.
- Información de la versión, configuración y fecha prevista por el solicitante.
- Fecha de recepción.

5.2.3.2. Especificar la evaluación

A continuación, se detalla las respectivas entradas y salidas para esta actividad:

Entradas:

- Especificación de requisitos de evaluación de calidad del producto software.

Salidas:

- Especificación de las métricas de calidad seleccionadas.
- Especificación de los criterios de decisión para las métricas de calidad.
- Especificación de los criterios de decisión para valoración de calidad.

Para poder especificar la evaluación, existen las siguientes tareas:

5.2.3.2.1 Selección de las métricas de calidad

Las métricas de calidad se seleccionarán basadas en el propósito de evaluación y dependiendo del producto al cual se va realizar la evaluación, y/o combinarlas con otras métricas que se considere necesario para la evaluación.

5.2.3.2.2 Definir los criterios de decisión para las métricas

Una vez seleccionadas las métricas de calidad definidas, se debe determinar los criterios de decisión para las mismas, que consiste en definir una escala de valores donde se indica el nivel de cumplimiento requerido para cada métrica.

5.2.3.2.3 Definir los criterios de decisión para la evaluación

Se debe preparar un procedimiento que separe los criterios para las características de calidad, las cuales deben ser expresadas en términos de subcaracterísticas individuales o una combinación ponderada de subcaracterísticas, con lo cual finalmente se definirá el nivel de calidad de una característica.

5.2.3.3. Diseñar la evaluación

Una vez determinado qué se quiere evaluar y con que se va a evaluar, se debe especificar cómo se va realizar la evaluación.

A continuación, se detalla las respectivas entradas y salidas para esta actividad:

Entradas:

- Especificación de requisitos de evaluación.
- Especificación de las métricas de calidad seleccionadas.
- Especificación de los criterios de decisión para las métricas de calidad.
- Especificación de los criterios de decisión para valorar la calidad del producto.

Salidas:

- Especificación detallada del plan de evaluación de calidad.
- Métodos de evaluación de calidad del producto.

Las tareas para esta actividad son las siguientes:

5.2.3.3.1 Actividades del Plan de Evaluación

Para determinar cómo se va realizar la evaluación, se debe definir las respectivas actividades a realizarse, las mismas que deben ser programadas, tomando en cuenta la disponibilidad de los recursos como el personal, herramientas software y computadoras.

Estas actividades se definirán en el plan de evaluación, el cual incluirá lo siguiente:

- Propósito de la evaluación de calidad del producto.
- Organismo involucrado en la evaluación. (desarrolladores, evaluadores independientes o compradores)
- El producto que se espera a partir de la evaluación.
- Cronograma de las etapas para la evaluación.
- Las responsabilidades de las partes involucradas en la evaluación.
- Entorno para la evaluación.
- Métodos y herramientas para la evaluación.
- Criterios de decisión para las métricas.
- Criterios de decisión para la valoración de calidad del producto.
- Estándares utilizados.
- Actividades de evaluación.

5.2.3.4. Ejecutar la evaluación

A partir de la definición de las actividades previas a realizarse en el plan, se procede a la evaluación de calidad.

A continuación, se detalla las respectivas entradas y salidas para esta actividad:

Entradas:

- Especificación del plan de evaluación detallado.
- Especificación de requisitos de evaluación.
- Especificación de las métricas seleccionadas.
- Especificación de los criterios de decisión para las métricas.
- Especificación de los criterios de decisión para valorar la calidad del producto.
- El producto a ser evaluado incluyendo los productos intermedios.

Salidas:

- Los resultados de las métricas de calidad.
- Los resultados de evaluación.

Las tareas para esta actividad son las siguientes:

5.2.3.4.1 Efectuar mediciones

De acuerdo al plan de evaluación, las métricas de calidad seleccionadas se aplicarán al producto y sus componentes.

La realización de las medidas de evaluación, consistirá en medir el producto y sus componentes, para obtener datos e interpretarlos, con el fin de alcanzar resultados para ser incluidos en el informe de evaluación. Garantizando la confidencialidad de los datos obtenidos, los resultados de evaluación, los documentos y componentes facilitados por la organización.

5.2.3.4.2 Aplicar criterios de decisión para las métricas

Para los valores obtenidos después de efectuar las mediciones, se debe aplicar criterios de decisión.

5.2.3.4.3 Aplicar criterios de decisión para la evaluación

En esta tarea se decide si los resultados son aceptables o no, aplicando los criterios de decisión a nivel de características y subcaracterísticas de calidad, dando como resultado el grado de valoración en que el producto cumple los requisitos de calidad.

5.2.3.5. Concluir la evaluación

Finalmente, se concluye la evaluación, realizando el informe de resultado que se entregará y revisará junto con el solicitante.

A continuación, se detalla las respectivas entradas y salidas para esta actividad:

Entradas

- Especificación de resultados reales del plan de evaluación de calidad del producto.
- Especificación de los métodos de evaluación de calidad.
- Resultados de evaluación.

Salidas

- Reporte de evaluación de calidad del producto.

Las tareas para esta actividad son las siguientes:

5.2.3.5.1 Revisión de los resultados de evaluación

Una vez ejecutadas las mediciones se realizará un informe de evaluación, el cual se entregará al solicitante, para que se proceda a realizar una revisión conjunta entre el solicitante y el evaluador de los resultados obtenidos

5.2.3.5.2 Tratamiento de los datos de evaluación

Una vez que el informe de evaluación ha sido formalmente entregado al solicitante, los evaluadores deberán realizar un adecuado tratamiento de los datos de la evaluación, para ello se realizará uno de los siguientes puntos, dependiendo del tipo de dato:

- Los documentos presentados de la evaluación deberán ser devueltos o al solicitante o archivados durante un tiempo específico o destruidos de forma segura.
- El informe de evaluación y los registros de la evaluación, serán archivados durante un tiempo determinado.
- Todos los otros datos deberán ser archivados durante un tiempo específico o destruidos de forma segura.

5.3. Anexo 3 Selección de características y subcaracterísticas de calidad

5.3.1. Selección de características de calidad

5.3.1.1. Características de calidad Interna

5.3.1.1.1 Módulo Isla (WPF)

En la Tabla 46 se detallan las características de calidad interna seleccionadas para el módulo de isla, con su respectivo nivel de importancia y motivo de selección.

Tabla 46

Características de calidad interna para el módulo Isla.

Característica	Nivel de Importancia	Motivo de Selección
Adecuación Funcional	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que las funciones codificadas estén de acuerdo a los requerimientos especificados para el sistema
Fiabilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que las funciones codificadas estén de acuerdo a los requerimientos especificados para el sistema cuando éstas son sometidas a ciertas condiciones y periodos de tiempo determinados.
Eficiencia en el desempeño	M	Se califica con valor de importancia M porque a nivel de código es necesario evaluar el rendimiento del sistema tomando en cuenta los recursos que serán utilizados.
Facilidad de uso	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que el código sea entendido, aprendido y usado por cualquier programador.
Seguridad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario que en el código existan funciones que llamen al sistema externo

encargado de la protección de los datos e información.

Compatibilidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que el sistema lleve a cabo sus funciones normales mientras intercambia información y comparte el mismo entorno con otro producto software
Mantenibilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario que el código sea modificado o actualizado por cualquier programador de acuerdo a las necesidades correctivas
Portabilidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no es necesario evaluar desde el punto de vista interno

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.3.1.1.2 Módulo Servidor (WPF)

En la Tabla 47 se detallan las características de calidad interna seleccionadas para el módulo servidor, con su respectivo nivel de importancia y motivo de selección.

Tabla 47

Características de calidad interna para el módulo Servidor.

Característica	Nivel de Importancia	Motivo de Selección
Adecuación Funcional	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que las funciones codificadas estén de acuerdo a los requerimientos especificados para el sistema
Fiabilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que las funciones codificadas estén de acuerdo a los requerimientos especificados para el sistema cuando éstas son sometidas a ciertas

condiciones y periodos de tiempo determinados.

Eficiencia en el desempeño	M	Se califica con valor de importancia M porque a nivel de código es necesario evaluar el rendimiento del sistema tomando en cuenta los recursos que serán utilizados.
Facilidad de uso	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que el código sea entendido, aprendido y usado por cualquier programador.
Seguridad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario que en el código existan funciones que llamen al sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
Compatibilidad	M	Se califica con valor de importancia B porque es muy necesario evaluar que el sistema lleve a cabo sus funciones normales mientras intercambia información y comparte el mismo entorno con otro producto software
Mantenibilidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario que el código sea modificado o actualizado por cualquier programador de acuerdo a las necesidades correctivas
Portabilidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no es necesario evaluar desde el punto de vista interno

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.3.1.1.3 Módulo Administración (Web)

En la Tabla 48 se detallan las características de calidad interna seleccionadas para el módulo de administración, con su respectivo nivel de importancia y motivo de selección.

Tabla 48

Características de calidad interna seleccionados para el módulo Administración.

Característica	Nivel de Importancia	Motivo de Selección
Adecuación Funcional	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que las funciones codificadas estén de acuerdo a los requerimientos especificados para el sistema
Fiabilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que las funciones codificadas estén de acuerdo a los requerimientos especificados para el sistema cuando éstas son sometidas a ciertas condiciones y periodos de tiempo determinados.
Eficiencia en el desempeño	M	Se califica con valor de importancia M porque a nivel de código es necesario evaluar el rendimiento del sistema tomando en cuenta los recursos que serán utilizados.
Facilidad de uso	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que el código sea entendido, aprendido y usado por cualquier programador.
Seguridad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario que en el código existan funciones que llamen al sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
Compatibilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque es muy necesario evaluar que el sistema lleve a cabo sus funciones normales mientras intercambia información y comparte el mismo entorno con otro producto software
Mantenibilidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario que el código sea modificado o actualizado por cualquier

programador de acuerdo a las necesidades correctivas

Portabilidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web.
--------------	----	---

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.3.1.2. Características de calidad externa

5.3.1.2.1 Modulo Isla (WPF)

En la Tabla 49 se detallan las características de calidad externa seleccionadas para el módulo de isla, con su respectivo nivel de importancia y motivo de selección.

Tabla 49

Características de calidad externa seleccionados para el módulo de isla

Característica	Nivel de Importancia	Motivo de Selección
Adecuación Funcional	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que el sistema presente todas las funcionalidades especificadas para su uso.
Fiabilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que el sistema realice todas las funciones especificadas cuando es usado bajo ciertas condiciones y periodos de tiempos.
Eficiencia en el desempeño	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar el rendimiento del sistema tomando en cuenta los recursos que serán utilizados.
Facilidad de uso	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que tan entendible, agradable y fácil de usar es el sistema

Seguridad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si existe un registro de los accesos que se han hecho al sistema.
Compatibilidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que el sistema lleve a cabo sus funciones intercambiando información compartiendo el mismo entorno
Mantenibilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema al ser actualizado o modificado funciona adecuadamente ante el usuario.
Portabilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario que el sistema sea fácil de portar y migrar de un equipo de cómputo a otro

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.3.1.2.2 Modulo Servidor (WPF)

En la Tabla 50 se detallan las características de calidad externa seleccionadas para el módulo servidor, con su respectivo nivel de importancia y motivo de selección.

Tabla 50

Características de calidad externa seleccionadas para el módulo servidor

Característica	Nivel de Importancia	Motivo de Selección
Adecuación Funcional	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que el sistema presente todas las funcionalidades especificadas para su uso.
Fiabilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que el sistema realice todas las funciones especificadas cuando es usado bajo ciertas condiciones y periodos de tiempos.

Eficiencia en el desempeño	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar el rendimiento del sistema tomando en cuenta los recursos que serán utilizados.
Facilidad de uso	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que tan entendible, agradable y fácil de usar es el sistema
Seguridad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si existe un registro de los accesos que se han hecho al sistema.
Compatibilidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que el sistema lleve a cabo sus funciones intercambiando información compartiendo el mismo entorno
Mantenibilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema al ser actualizado o modificado funciona adecuadamente ante el usuario.
Portabilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema al ser actualizado o modificado funciona adecuadamente ante su entorno de hardware y software

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.3.1.2.3 Modulo Administración (Web)

En la Tabla 51 se detallan las características de calidad externa seleccionadas para el módulo de administración, con su respectivo nivel de importancia y motivo de selección.

Tabla 51

Características de calidad externa seleccionadas para el módulo administración.

Característica	Nivel de Importancia	Motivo de Selección
Adecuación Funcional	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que el sistema presente todas las funcionalidades especificadas para su uso.
Fiabilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que el sistema realice todas las funciones especificadas cuando es usado bajo ciertas condiciones y periodos de tiempos.
Eficiencia en el desempeño	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar el rendimiento del sistema tomando en cuenta los recursos que serán utilizados.
Facilidad de uso	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que tan entendible, agradable y fácil de usar es el sistema
Seguridad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si existe un registro de los accesos que se han hecho al sistema.
Compatibilidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que el sistema lleve a cabo sus funciones intercambiando información compartiendo el mismo entorno
Mantenibilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema al ser actualizado o modificado funciona adecuadamente ante el usuario.

Portabilidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web.
--------------	----	---

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.3.1.3. Características de calidad en uso

5.3.1.3.1 Modulo Isla (WPF)

En la Tabla 52 se detallan las características de calidad en uso seleccionadas para el módulo de isla, con su respectivo nivel de importancia y motivo de selección.

Tabla 52

Característica de calidad en uso seleccionadas para el módulo isla.

Característica	Nivel de Importancia	Motivo de Selección
Efectividad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario.
Eficiencia	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario utilizando los recursos mínimos.
Satisfacción	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que el sistema satisfaga las necesidades del usuario al utilizarlo.
Libertad de Riesgo	B	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema al utilizarlo produce alguna consecuencia en relación a la salud
Cobertura de Contexto	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluarlo

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.3.1.3.2 Modulo Servidor (WPF)

En la Tabla 53 se detallan las características de calidad en uso seleccionadas para el módulo servidor, con su respectivo nivel de importancia y motivo de selección.

Tabla 53

Características de calidad en uso seleccionadas para el módulo servidor.

Característica	Nivel de Importancia	Motivo de Selección
Efectividad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario.
Eficiencia	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario utilizando los recursos mínimos.
Satisfacción	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que el sistema satisfaga las necesidades del usuario al utilizarlo.
Libertad de Riesgo	B	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema al utilizarlo produce alguna consecuencia en relación a la salud
Cobertura de Contexto	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluarlo

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.3.1.3.3 Modulo Administración (Web)

En la Tabla 54 se detallan las características de calidad en uso seleccionadas para el módulo de administración, con su respectivo nivel de importancia y motivo de selección.

Tabla 54

Características de calidad en uso seleccionadas para el módulo de administración

Característica	Nivel de Importancia	Motivo de Selección
Efectividad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario.
Eficiencia	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario utilizando los recursos mínimos.
Satisfacción	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que el sistema satisfaga las necesidades del usuario al utilizarlo.
Libertad de Riesgo	B	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema al utilizarlo produce alguna consecuencia en relación a la salud
Cobertura de Contexto	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluarlo

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.3.2. Selección de subcaracterísticas y atributos de calidad

5.3.2.1. Subcaracterísticas y atributos de calidad interna

5.3.2.1.1 Subcaracterísticas y atributos de calidad interna para el módulo isla (WPF)

En la Tabla 55 se detallan las subcaracterísticas y atributos de calidad interna seleccionadas para el módulo de isla, con su respectivo nivel de importancia y motivo de selección.

Tabla 55

Subcaracterísticas y atributos de calidad interna para el módulo isla.

Característica	Subcaracterísticas	Nivel de Importancia	Motivo de Selección
Adecuación Funcional	Compleitud Funcional	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que las funciones codificadas cubran todas las tareas determinadas por el usuario.
	Exactitud Funcional	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la exactitud funcional a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.
Fiabilidad	Madurez	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la madurez a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.
	Disponibilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la disponibilidad a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.
	Tolerancia a Fallos	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que ciertas funciones codificadas

	Recuperabilidad	B	<p> permitan que al sistema se opere cuando se presenten fallos</p> <p> Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar</p>
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento Temporal	B	<p> Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la madurez a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.</p>
	Utilización de Recursos	M	<p> Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que se utilice adecuadamente la cantidad necesaria de código.</p>
	Capacidad	B	<p> Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la capacidad a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.</p>
Facilidad de Uso	Capacidad Reconocer Adecuación	M	<p> Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si en el código existen funciones evidentes para cualquier programador.</p>
	Capacidad de ser entendido	M	<p> Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si existen funciones para que al sistema se lo pueda operar con facilidad.</p>
	Operatividad	M	<p> Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si existen elementos de entrada que son validados en el código fuente</p>
	Protección frente a errores de usuario	M	<p> Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la estética de interfaz de usuario a nivel de código, por</p>

			lo que será evaluada desde punto de vista externo
	Estética de la interfaz de usuario	M	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluarlo
	Accesibilidad técnica	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
Seguridad	Confidencialidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información
	Integridad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información
	No repudio	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema tiene la capacidad de demostrar la autenticidad de los eventos ocurridos
	Responsabilidad	M	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar la responsabilidad a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo
	Autenticidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si existen métodos de autenticación en el código fuente.
Compatibilidad	Co-Existencia	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la

	Interoperabilidad	B	coexistencia a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo
Mantenibilidad	Modularidad	A	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la capacidad para intercambiar información con otros sistemas a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo
	Reusabilidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si existe afectación de otras funciones en caso de modificar en código.
	Capacidad de ser analizado	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si existe el registro de los fallos ocurridos para su respectivo análisis.
	Capacidad de modificación	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si existe la posibilidad de modificar en código sin afectar la funcionalidad del sistema.
Portabilidad	Capacidad de ser probado	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar
	Adaptabilidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no es necesario evaluar
	Facilidad de Instalación	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la facilidad de instalación a

nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo

Capacidad de ser NA Reemplazado

Se califica con valor de importancia NA porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.3.2.1.2 Subcaracterísticas y atributos de calidad interna para el módulo servidor (WPF)

En la Tabla 56 se detallan las subcaracterísticas y atributos de calidad interna seleccionadas para el módulo servidor, con su respectivo nivel de importancia y motivo de selección.

Tabla 56

Subcaracterísticas y atributos de calidad interna para el módulo servidor

Característica	Subcaracterísticas	Nivel de Importancia	Motivo de Selección
Adecuación Funcional	Completitud Funcional	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que las funciones codificadas cubran todas las tareas determinadas por el usuario.
	Exactitud Funcional	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la exactitud funcional a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.
Fiabilidad	Madurez	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la madurez a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.

	Disponibilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la disponibilidad a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.
	Tolerancia a Fallos	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que ciertas funciones codificadas permitan que al sistema se opere cuando se presenten fallos
	Recuperabilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento Temporal	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la madurez a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.
	Utilización de Recursos	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que se utilice adecuadamente la cantidad necesaria de código.
	Capacidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la capacidad a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.
Facilidad de Uso	Capacidad de Reconocer su Adecuación	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si en el código existen funciones evidentes para cualquier programador.
	Capacidad de ser entendido	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si existen funciones para que al sistema se lo pueda operar con facilidad.

	Operatividad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si existen elementos de entrada que son validados en el código fuente
	Protección frente a errores de usuario	M	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la estética de interfaz de usuario a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo
	Estética de la interfaz de usuario	M	Se califica con valor de importancia Porque no es necesario evaluarlo
	Accesibilidad técnica	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
Seguridad	Confidencialidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información
	Integridad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información
	No repudio	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema tiene la capacidad de demostrar la autenticidad de los eventos ocurridos
	Responsabilidad	M	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar la responsabilidad a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo

	Autenticidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si existen métodos de autenticación en el código fuente.
Compatibilidad	Co-Existencia	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la coexistencia a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo
	Interoperabilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la capacidad para intercambiar información con otros sistemas a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo
Mantenibilidad	Modularidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si existe afectación de otras funciones en caso de modificar en código.
	Reusabilidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el código puede ser reutilizado
	Capacidad de ser analizado	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si existe el registro de los fallos ocurridos para su respectivo análisis.
	Capacidad de modificación	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si existe la posibilidad de modificar en código sin afectar la funcionalidad del sistema.

Portabilidad	Capacidad de ser probado	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar
	Adaptabilidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no es necesario evaluar
	Facilidad de Instalación	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la facilidad de instalación a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo
	Capacidad de ser Reemplazado	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.3.2.1.3 Subcaracterísticas y atributos de calidad interna para el módulo Administración (Web)

En la Tabla 57 se detallan las subcaracterísticas y atributos de calidad interna seleccionadas para el módulo de administración, con su respectivo nivel de importancia y motivo de selección.

Tabla 57

Subcaracterísticas y atributos de calidad interna para el módulo Administración

Característica	Subcaracterísticas	Nivel de Importancia	Motivo de Selección
Adecuación Funcional	Compleitud Funcional	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que las funciones codificadas cubran todas las tareas determinadas por el usuario.

	Exactitud Funcional	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la exactitud funcional a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.
Fiabilidad	Madurez	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la madurez a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.
	Disponibilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la disponibilidad a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.
	Tolerancia a Fallos	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que ciertas funciones codificadas permitan que al sistema se opere cuando se presenten fallos
	Recuperabilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento Temporal	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la madurez a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.
	Utilización de Recursos	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que se utilice adecuadamente la cantidad necesaria de código.
	Capacidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la capacidad a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.

Facilidad de Uso	Capacidad de Reconocer Adecuación	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si en el código existen funciones evidentes para cualquier programador.
	Capacidad de ser entendido	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si existen funciones para que al sistema se lo pueda operar con facilidad.
	Operatividad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si existen elementos de entrada que son validados en el código fuente
	Protección frente a errores de usuario	M	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la estética de interfaz de usuario a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo
	Estética de la interfaz de usuario	B	Se califica con valor de importancia Porque no es necesario evaluarlo
	Accesibilidad técnica	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
Seguridad	Confidencialidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información
	Integridad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información

	No repudio	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema tiene la capacidad de demostrar la autenticidad de los eventos ocurridos
	Responsabilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar la responsabilidad a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo
	Autenticidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si existen métodos de autenticación en el código fuente.
Compatibilidad	Co-Existencia	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluarlo
	Interoperabilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluarlo.
Mantenibilidad	Modularidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si existe afectación de otras funciones en caso de modificar en código.
	Reusabilidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el código puede ser reutilizado
	Capacidad de ser analizado	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si existe el registro de los fallos ocurridos para su respectivo análisis.
	Capacidad de modificación	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si existe la posibilidad de modificar en código sin

			afectar la funcionalidad del sistema.
	Capacidad de ser probado	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar
Portabilidad	Adaptabilidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web
	Facilidad de Instalación	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web
	Capacidad de ser Reemplazado	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.3.2.2. Subcaracterísticas y atributos de calidad externa

5.3.2.2.1 Subcaracterísticas y atributos de calidad externa para el módulo isla (WPF)

En la Tabla 58 se detallan las subcaracterísticas y atributos de calidad externa seleccionadas para el módulo de isla, con su respectivo nivel de importancia y motivo de selección.

Tabla 58

Subcaracterísticas y atributos de calidad externa del módulo isla

Característica	Subcaracterísticas	Nivel de Importancia	Motivo de Selección
Adecuación Funcional	Compleitud Funcional	A	Se califica con valor de importancia A porque es necesario evaluar si el sistema provee todas las

				funcionalidades necesarias para el usuario	
		Exactitud Funcional	A	Se califica con valor de importancia A porque es necesario evaluar si el sistema provee los resultados correctos.	
Fiabilidad		Madurez	A	Se califica con valor de importancia A porque es necesario evaluar si el sistema provee los resultados correctos	
		Disponibilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema se encuentra operativo y accesible para su uso	
		Tolerancia a Fallos	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema es capaz de operar cuando se presentan fallos.	
		Recuperabilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.	
Eficiencia en el desempeño		Comportamiento Temporal	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema proporciona los tiempos de respuesta apropiados.	
		Utilización de Recursos	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema utiliza los recursos adecuados mientras está operando.	
		Capacidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema cumple con los requisitos determinados	
Facilidad de Uso		Capacidad de Reconocer Adecuación	de su	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si las funciones codificadas son entendibles para cualquier programador.

	Capacidad de ser entendido	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema es entendible para el usuario cuando sea usado.
	Operatividad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el usuario puede operar con facilidad el sistema.
	Protección frente a errores de usuario	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluarlo a nivel externo, por lo que será evaluada desde punto de vista interno
	Estética de la interfaz de usuario	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si las interfaces del sistema satisfacen y agradan al usuario.
	Accesibilidad técnica	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar
Seguridad	Confidencialidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
	Integridad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
	No repudio	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluarlo a nivel externo, por lo que será evaluada desde punto de vista interno
	Responsabilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si existe el registro de los accesos de las

			personas que han ingresado al sistema
	Autenticidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluarlo a nivel externo, por lo que será evaluada desde punto de vista interno
Compatibilidad	Co-Existencia	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema puede coexistir con otro sistema compartiendo el mismo entorno y los mismos recursos.
	Interoperabilidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema intercambia información sin ningún inconveniente.
Mantenibilidad	Modularidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica a nivel externo, pero si aplica a nivel de código
	Reusabilidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica a nivel externo, pero si aplica a nivel de código
	Capacidad de ser analizado	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si es factible realizar un análisis de impacto cuando es modificado
	Capacidad de modificación	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si se puede realizar modificaciones al sistema sin afectar su funcionalidad
	Capacidad de ser probado	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluarlo.
Portabilidad	Adaptabilidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web.

Facilidad de Instalación	de M	Se califica con valor de importancia M porque es tan necesario evaluar la facilidad de instalación
Capacidad de ser Reemplazado	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web.

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisguanayo, 2014.

5.3.2.2.2 Subcaracterísticas y atributos de calidad externa para el módulo servidor (WPF)

En la Tabla 59 se detallan las subcaracterísticas y atributos de calidad externa seleccionadas para el módulo servidor, con su respectivo nivel de importancia y motivo de selección.

Tabla 59

Subcaracterísticas y atributos de calidad externa para el módulo servidor

Característica	Subcaracterísticas	Nivel de Importancia	Motivo de Selección
Adecuación Funcional	Completitud Funcional	A	Se califica con valor de importancia A porque es necesario evaluar si el sistema provee todas las funcionalidades necesarias para el usuario
	Exactitud Funcional	A	Se califica con valor de importancia A porque es necesario evaluar si el sistema provee los resultados correctos.
Fiabilidad	Madurez	A	Se califica con valor de importancia A porque es necesario evaluar si el sistema provee los resultados correctos
	Dixponibilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema

					se encuentra operativo y accesible para su uso
		Tolerancia a Fallos		M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema es capaz de operar cuando se presentan fallos.
		Recuperabilidad		B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.
Eficiencia en el desempeño		Comportamiento Temporal		M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema proporciona los tiempos de respuesta apropiados.
		Utilización de Recursos		M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema utiliza recursos adecuados mientras está operando.
		Capacidad		M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema cumple con los requisitos determinados
Facilidad de Uso		Capacidad de Reconocer Adecuación		M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si las funciones codificadas son entendibles para cualquier programador.
		Capacidad de ser entendido		A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema es entendible para el usuario cuando sea usado.
		Operatividad		M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el usuario puede operar con facilidad el sistema.
		Protección frente a errores de usuario		B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluarlo a nivel

			externo, por lo que será evaluada desde punto de vista interno
	Estética de la interfaz de usuario	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si las interfaces del sistema satisfacen y agradan al usuario.
	Accesibilidad técnica	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar
Seguridad	Confidencialidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
	Integridad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
	No repudio	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluarlo a nivel externo, por lo que será evaluada desde punto de vista interno
	Responsabilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si existe el registro de los accesos de las personas que han ingresado al sistema
	Autenticidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluarlo a nivel externo, por lo que será evaluada desde punto de vista interno
Compatibilidad	Co-Existencia	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema puede coexistir con otro sistema compartiendo el

mismo entorno y los mismos recursos.

	Interoperabilidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema intercambia información sin ningún inconveniente.
Mantenibilidad	Modularidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica a nivel externo, pero si aplica a nivel de código
	Reusabilidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica a nivel externo, pero si aplica a nivel de código
	Capacidad de ser analizado	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si es factible realizar un análisis de impacto cuando es modificado
	Capacidad de modificación	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si se puede realizar modificaciones al sistema sin afectar su funcionalidad
	Capacidad de ser probado	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluarlo.
Portabilidad	Adaptabilidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no es necesario evaluar
	Facilidad de Instalación	M	Se califica con valor de importancia M porque es tan necesario evaluar la facilidad de instalación
	Capacidad de ser Reemplazado	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no es necesario evaluar

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisguanayo, 2014.

5.3.2.2.3 Subcaracterísticas y atributos de calidad externa para el módulo Administración (Web)

En la Tabla 60 se detallan las subcaracterísticas y atributos de calidad externa seleccionadas para el módulo de administración, con su respectivo nivel de importancia y motivo de selección.

Tabla 60

Subcaracterísticas y atributos de calidad externa para el módulo administración

Característica	Subcaracterísticas	Nivel de Importancia	Motivo de Selección
Adecuación Funcional	Completitud Funcional	A	Se califica con valor de importancia A porque es necesario evaluar si el sistema provee todas las funcionalidades necesarias para el usuario
	Exactitud Funcional	A	Se califica con valor de importancia A porque es necesario evaluar si el sistema provee los resultados correctos.
Fiabilidad	Madurez	A	Se califica con valor de importancia A porque es necesario evaluar si el sistema provee los resultados correctos
	Disponibilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema se encuentra operativo y accesible para su uso
	Tolerancia a Fallos	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema es capaz de operar cuando se presentan fallos.
	Recuperabilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento Temporal	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema

				proporciona los tiempos de respuesta apropiados.
		Utilización de Recursos	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema utiliza los recursos adecuados mientras está operando.
		Capacidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema cumple con los requisitos determinados
Facilidad de Uso	de	Capacidad de Reconocer su Adecuación	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si las funciones codificadas son entendibles para cualquier programador.
		Capacidad de ser entendido	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema es entendible para el usuario cuando sea usado.
		Operatividad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el usuario puede operar con facilidad el sistema.
		Protección frente a errores de usuario	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluarlo a nivel externo, por lo que será evaluada desde punto de vista interno
		Estética de la interfaz de usuario	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si las interfaces del sistema satisfacen y agradan al usuario.
		Accesibilidad técnica	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar

Seguridad	Confidencialidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
	Integridad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
	No repudio	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
	Responsabilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si existe el registro de los accesos de las personas que han ingresado al sistema
	Autenticidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
Compatibilidad	Co-Existencia	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema puede coexistir con otro sistema compartiendo el mismo entorno y los mismos recursos.
	Interoperabilidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema intercambia información sin ningún inconveniente.
Mantenibilidad	Modularidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica a nivel externo, pero si aplica a nivel de código

	Reusabilidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica a nivel externo, pero si aplica a nivel de código
	Capacidad de ser analizado	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si es factible realizar un análisis de impacto cuando es modificado
	Capacidad de modificación	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si se puede realizar modificaciones al sistema sin afectar su funcionalidad
	Capacidad de ser probado	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluarlo.
Portabilidad	Adaptabilidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web.
	Facilidad de Instalación	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web.
	Capacidad de ser Reemplazado	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web.

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.3.2.3. Subcaracterísticas y atributos de calidad en uso

5.3.2.3.1 Subcaracterísticas y atributos de calidad en uso para el módulo isla (WPF)

En la Tabla 61 se detallan las subcaracterísticas y atributos de calidad en uso seleccionadas para el módulo de isla, con su respectivo nivel de importancia y motivo de selección.

Tabla 61

Subcaracterísticas y atributos de calidad en uso para el módulo isla.

Característica	Subcaracterísticas	Nivel de Importancia	Motivo de Selección
Efectividad	Efectividad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario.
Eficiencia	Eficiencia	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario utilizando los recursos mínimos.
Satisfacción	Utilidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que el sistema satisfaga las necesidades del usuario al utilizarlo.
Libertad de riesgo	Libertad del riesgo económico	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.
	Libertad del riesgo de salud y seguridad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el uso del sistema no ha causado problemas de seguridad o salud
	Mitigación del riesgo ambiental	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.

Cobertura de contexto	de Integridad de contexto	de B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.
	Flexibilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.3.2.3.2 Subcaracterísticas y atributos de calidad en uso para el módulo servidor (WPF)

En la Tabla 62 se detallan las subcaracterísticas y atributos de calidad en uso seleccionadas para el módulo de servidor, con su respectivo nivel de importancia y motivo de selección.

Tabla 62

Subcaracterísticas y atributos de calidad en uso para el módulo servidor.

Característica	Subcaracterísticas	Nivel de Importancia	Motivo de Selección
Efectividad	Efectividad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario.
Eficiencia	Eficiencia	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario utilizando los recursos mínimos.
Satisfacción	Utilidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que el sistema satisfaga las necesidades del usuario al utilizarlo.
Libertad de riesgo	Libertad del riesgo económico	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.

	Libertad del riesgo de salud y seguridad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el uso del sistema no ha causado problemas de seguridad o salud
	Mitigación del riesgo ambiental	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.
Cobertura de contexto	Integridad de contexto	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.
	Flexibilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.3.2.3.3 Subcaracterísticas y atributos de calidad en uso para el módulo Administración (Web)

En la Tabla 63 se detallan las subcaracterísticas y atributos de calidad en uso seleccionadas para el módulo de administración, con su respectivo nivel de importancia y motivo de selección.

Tabla 63

Subcaracterísticas y atributos de calidad en uso para el módulo Administración

Característica	Subcaracterísticas	Nivel de Importancia	Motivo de Selección
Efectividad	Efectividad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario.
Eficiencia	Eficiencia	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario utilizando los recursos mínimos.

Satisfacción	Utilidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que el sistema satisfaga las necesidades del usuario al utilizarlo.
Libertad de riesgo	Libertad del riesgo económico	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.
	Libertad del riesgo de salud y seguridad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el uso del sistema no ha causado problemas de seguridad o salud
	Mitigación del riesgo ambiental	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.
Cobertura de contexto	Integridad de contexto	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.
	Flexibilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.4. Anexo 4 Ponderación en porcentaje de las características de calidad

5.4.1. Ponderación en porcentaje de las características de calidad interna

5.4.1.1. Módulo Isla (WPF)

En la Tabla 64 se muestra la ponderación establecida para la evaluación de calidad interna el módulo de isla.

Tabla 64

Ponderación en porcentajes para la calidad interna del módulo isla

Características	Nivel de importancia	Ponderación (%)	Motivo Ponderación
Adecuación funcional	A	20%	Se pondera con valor de 20% porque es necesario evaluar que las funciones codificadas estén de acuerdo a los requerimientos especificados para el sistema.
Fiabilidad	M	15%	Se pondera con valor de 15% porque es necesario evaluar que las funciones codificadas estén de acuerdo a los requerimientos especificados para el sistema cuando éstas son sometidas a ciertas condiciones y periodos de tiempo determinados.
Eficiencia en el desempeño	M	20%	Se pondera con valor de 20% porque a nivel de código es necesario evaluar el rendimiento del sistema tomando en cuenta los recursos que serán utilizados.
Facilidad de uso	M	15%	Se pondera con valor de 15% porque es necesario evaluar que el código sea entendido, aprendido y usado por cualquier programador.
Seguridad	M	15%	Se pondera con valor de 15% porque es necesario que en el código existan funciones que llamen al sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
Compatibilidad	B	0%	Se pondera con valor de 0% porque no es necesario evaluar la compatibilidad a nivel de código, por

lo que será evaluada desde punto de vista externo.

Mantenibilidad	A	15%	Se pondera con valor de 20% porque es muy necesario que el código sea modificado o actualizado por cualquier programador de acuerdo a las necesidades correctivas.
Portabilidad	NA	0%	Se pondera con valor de 10% porque es necesario evaluar si el sistema es fácil de instalar y migrar de un equipo de cómputo a otro.

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.4.1.2. Módulo Servidor (WPF)

En la Tabla 65 se muestra la ponderación establecida para la evaluación de calidad interna el módulo servidor.

Tabla 65

Ponderación en porcentaje para la calidad interna del módulo servidor.

Características	Nivel de importancia	Ponderación (%)	Motivo Ponderación
Adecuación funcional	A	20%	Se pondera con valor de 20% porque es necesario evaluar que las funciones codificadas estén de acuerdo a los requerimientos especificados para el sistema.
Fiabilidad	M	15%	Se pondera con valor de 15% porque es necesario evaluar que las funciones codificadas estén de acuerdo a los requerimientos especificados para el sistema cuando éstas son sometidas a ciertas condiciones y periodos de tiempo determinados.
Eficiencia en el desempeño	M	20%	Se pondera con valor de 20% porque a nivel de código es necesario evaluar el rendimiento del sistema tomando

en cuenta los recursos que serán utilizados.

Facilidad de uso	M	15%	Se pondera con valor de 15% porque es necesario evaluar que el código sea entendido, aprendido y usado por cualquier programador.
Seguridad	M	15%	Se pondera con valor de 15% porque es necesario que en el código existan funciones que llamen al sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
Compatibilidad	B	0%	Se pondera con valor de 0% porque no es necesario evaluar la compatibilidad a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.
Mantenibilidad	A	15%	Se pondera con valor de 10% porque es muy necesario que el código sea modificado o actualizado por cualquier programador de acuerdo a las necesidades correctivas.
Portabilidad	NA	0%	Se pondera con valor de 0% porque no es necesario evaluar si el sistema es fácil de instalar desde el punto de vista interno.

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.4.1.3. Módulo Administración (Web)

En la Tabla 66 se muestra la ponderación establecida para la evaluación de calidad interna el módulo de administración.

Tabla 66

Ponderación en porcentaje para la calidad interna del módulo administración.

Características	Nivel de importancia	Ponderación (%)	Motivo Ponderación
Adecuación funcional	M	25%	Se pondera con valor de 25% porque es necesario evaluar que las funciones codificadas estén de acuerdo a los requerimientos especificados para el sistema.
Fiabilidad	M	10%	Se pondera con valor de 10% porque es necesario evaluar que las funciones codificadas estén de acuerdo a los requerimientos especificados para el sistema cuando éstas son sometidas a ciertas condiciones y periodos de tiempo determinados.
Eficiencia en el desempeño	M	15%	Se pondera con valor de 15% porque a nivel de código es necesario evaluar el rendimiento del sistema tomando en cuenta los recursos que serán utilizados.
Facilidad de uso	M	15%	Se pondera con valor de 15% porque es necesario evaluar que el código sea entendido, aprendido y usado por cualquier programador.
Seguridad	M	10%	Se pondera con valor de 10% porque es necesario que en el código existan funciones que llamen al sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
Compatibilidad	B	0%	Se pondera con valor de 0% porque no es necesario evaluar la compatibilidad a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.
Mantenibilidad	A	25%	Se pondera con valor de 25% porque es muy necesario que el código sea modificado o actualizado por cualquier

			programador de acuerdo a las necesidades correctivas.
Portabilidad	NA	0%	Se pondera con valor de 0% porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web.

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.4.2. Ponderación en porcentaje de las características de calidad externa

5.4.2.1. Módulo Isla (WPF)

En la Tabla 67 se muestra la ponderación establecida para la evaluación de calidad externa el módulo de isla.

Tabla 67

Ponderación en porcentaje para la calidad externa del módulo Isla

Características	Nivel de importancia	Ponderación (%)	Motivo Ponderación
Adecuación funcional	A	20%	Se pondera con valor de 20% porque es muy necesario evaluar que el sistema presente todas las funcionalidades especificadas para su uso.
Fiabilidad	M	15%	Se pondera con valor de 15% porque es necesario evaluar que el sistema realice todas las funciones especificadas cuando es usado bajo ciertas condiciones y periodos de tiempos.
Eficiencia en el desempeño	M	10%	Se pondera con valor de 10% porque es necesario evaluar el rendimiento del sistema tomando en cuenta los recursos que serán utilizados.
Facilidad de uso	M	15%	Se pondera con valor de 15% porque es necesario evaluar que tan entendible, agradable y fácil de usar es el sistema.
Seguridad	M	5%	Se pondera con valor de 5% porque es necesario evaluar si existe un registro

Compatibilidad	A	15%	de los accesos que se han hecho al sistema. Se pondera con valor de 15% porque es muy necesario evaluar que el Sistema lleve a cabo sus funciones normales mientras intercambia información y comparte el mismo entorno con otro producto software.
Mantenibilidad	M	10%	Se pondera con valor de 10% porque es necesario evaluar si el sistema al ser actualizado o modificado funciona adecuadamente ante el usuario.
Portabilidad	M	10%	Se pondera con valor de 10% porque es necesario evaluar si el sistema es fácil de instalar y migrar de un equipo de cómputo a otro.

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.4.2.2. Módulo Servidor (WPF)

En la Tabla 68 se muestra la ponderación establecida para la evaluación de calidad externa el módulo servidor.

Tabla 68

Ponderación en porcentaje para la calidad externa del módulo servidor

Características	Nivel de importancia	Ponderación (%)	Motivo Ponderación
Adecuación funcional	A	20%	Se pondera con valor de 20% porque es muy necesario evaluar que el sistema presente todas las funcionalidades especificadas para su uso.
Fiabilidad	M	15%	Se pondera con valor de 15% porque es necesario evaluar que el sistema realice todas las funciones especificadas cuando es usado bajo ciertas condiciones y periodos de tiempos.
Eficiencia en el desempeño	M	15%	Se pondera con valor de 15% porque es necesario evaluar el rendimiento

			del sistema tomando en cuenta los recursos que serán utilizados.
Facilidad de uso	M	10%	Se pondera con valor de 15% porque es necesario evaluar que tan entendible, agradable y fácil de usar es el sistema.
Seguridad	M	5%	Se pondera con valor de 5% porque es necesario evaluar si existe un registro de los accesos que se han hecho al sistema.
Compatibilidad	A	15%	Se pondera con valor de 10% porque es muy necesario evaluar que el Sistema lleve a cabo sus funciones normales mientras intercambia información y comparte el mismo entorno con otro producto software.
Mantenibilidad	M	10%	Se pondera con valor de 10% porque es necesario evaluar si el sistema al ser actualizado o modificado funciona adecuadamente ante el usuario.
Portabilidad	M	10%	Se pondera con valor de 10% porque es necesario evaluar si el sistema es fácil de instalar y migrar de un equipo de cómputo a otro.

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.4.2.3. Módulo Administración (Web)

En la Tabla 69 se muestra la ponderación establecida para la evaluación de calidad externa el módulo de administración.

Tabla 69

Ponderación en porcentaje para la calidad externa del módulo administración.

Características	Nivel de importancia	de Ponderación (%)	Motivo Ponderación
Adecuación funcional	A	20%	Se pondera con valor de 20% porque es muy necesario evaluar que el sistema presente todas las funcionalidades especificadas para su uso.
Fiabilidad	M	15%	Se pondera con valor de 15% porque es necesario evaluar que el sistema realice todas las funciones especificadas cuando es usado bajo ciertas condiciones y periodos de tiempos.
Eficiencia en el desempeño	M	13%	Se pondera con valor de 13% porque es necesario evaluar el rendimiento del sistema tomando en cuenta los recursos que serán utilizados.
Facilidad de uso	M	15%	Se pondera con valor de 15% porque es necesario evaluar que tan entendible, agradable y fácil de usar es el sistema.
Seguridad	M	5%	Se pondera con valor de 5% porque es necesario evaluar si existe un registro de los accesos que se han hecho al sistema.
Compatibilidad	A	20%	Se pondera con valor de 20% porque es muy necesario evaluar que el Sistema lleve a cabo sus funciones normales mientras intercambia información y comparte el mismo entorno con otro producto software.
Mantenibilidad	M	12%	Se pondera con valor de 12% porque es necesario evaluar si el sistema al ser actualizado o modificado funciona adecuadamente ante el usuario.

Portabilidad	NA	0%	Se pondera con valor de 0% porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web.
--------------	----	----	--

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.4.3. Ponderación en porcentaje de las características de calidad en uso

5.4.3.1. Módulo Isla (WPF)

En la Tabla 70 se muestra la ponderación establecida para la evaluación de calidad en uso el módulo de isla.

Tabla 70

Ponderación en porcentaje para la calidad en uso del módulo isla.

Características	Nivel de importancia	de Ponderación %	Motivo de Ponderación
Eficiencia	A	30%	Se pondera con valor de 30% porque es muy necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario.
Eficacia	M	20%	Se pondera con valor de 20% porque es muy necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario utilizando los recursos mínimos
Satisfacción	A	40%	Se pondera con valor de 40% porque es muy necesario evaluar que el sistema satisfaga las necesidades del usuario al utilizarlo.
Libertad de Riesgo	M	10%	Se pondera con valor de 10% porque es necesario evaluar si el sistema al utilizarlo produce alguna

consecuencia en relación a la salud

Cobertura de B Contexto 0% Se pondera con valor de 0% porque no es necesario evaluarlo.

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.4.3.2. Módulo Servidor (WPF)

En la Tabla 71 se muestra la ponderación establecida para la evaluación de calidad en uso el módulo servidor.

Tabla 71

Ponderación en porcentaje para la calidad en uso del módulo servidor

Características	Nivel de importancia	Ponderación %	Motivo de Ponderación
Eficiencia	A	30	Se pondera con valor de 30% porque es muy necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario.
Eficacia	M	20	Se pondera con valor de 20% porque es muy necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario utilizando los recursos mínimos
Satisfacción	A	40	Se pondera con valor de 40% porque es muy necesario evaluar que el sistema satisfaga las necesidades del usuario al utilizarlo.

Libertad de Riesgo	M	10	Se pondera con valor de 10% porque es necesario evaluar si el sistema al utilizarlo produce alguna consecuencia en relación a la salud
Cobertura de Contexto	B	0	Se pondera con valor de 0% porque no es necesario evaluarlo.

Nota: Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.4.3.3. Módulo Administración (Web)

En la Tabla 72 se muestra la ponderación establecida para la evaluación de calidad en uso el módulo de administración.

Tabla 72

Ponderación en porcentaje para la calidad en uso del módulo administración

Características	Nivel de importancia	de Ponderación %	Motivo de Ponderación
Eficiencia	A	30	Se pondera con valor de 30% porque es muy necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario.
Eficacia	M	20	Se pondera con valor de 20% porque es muy necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario utilizando los recursos mínimos
Satisfacción	A	40	Se pondera con valor de 40% porque es muy necesario evaluar que el sistema satisfaga las necesidades del usuario al utilizarlo.

Libertad de Riesgo	de M	10	Se pondera con valor de 10% porque es necesario evaluar si el sistema al utilizarlo produce alguna consecuencia en relación a la salud
Cobertura de Contexto	de B	0	Se pondera con valor de 0% porque no es necesario evaluarlo.

Nota. Adaptado de “Evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000” por Balseca Chisaguanayo, 2014.

5.5. Anexo 5 Aplicación de matrices de calidad en pre-test.

5.5.1. Calidad Interna

5.5.1.1. Modulo Isla (WPF)

A continuación, se muestra los resultados de la aplicación de las matrices de calidad interna para el módulo isla para cada característica de calidad estipulado en la norma ISO/IEC 25000.

Adecuación funcional

En la Figura 24 se muestra la matriz de calidad aplicada al módulo de isla para la característica de calidad adecuación funcional de calidad interna, con resultado de 0,57 puntos.

Subcaracterística	Métrica	Fórmula	Valor Deseado	APLICA	VALOR OBTENIDO		PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL
Madurez	Eliminación de errores	$X = A / B$ A = Número de fallas corregidas en la fase de diseño/codificación/pruebas. B = Número de fallas detectadas en las pruebas. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	NO	A			5,71	M	10%	0,57
	Cobertura de Pruebas	$X = A / B$ A = Número de casos de pruebas realizados en un escenario de operación durante la prueba. B = Número de casos de prueba a ser realizados para cubrir los requerimientos. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	NO	A						
	Tiempo medio entre fallos	$X = A / T$ A = Número total de fallas detectadas actualmente. T = Tiempo de operación. Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0/t es el mejor.	NO							
Disponibilidad	Tiempo de servicio	$X = A / B$ A = Tiempo de servicio del sistema que se proporciona actualmente. B = Tiempo de servicio del sistema regulado en el cronograma operación. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	NO				5,71	M	10%	0,57
	Tiempo medio de inactividad	$X = A / T$ A = Número de fallos observados B = Tiempo total de inactividad. Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0/t es el mejor.	NO							
Tolerancia a fallos	Prevención de Fallas	$X = A / B$ A = Número de ocurrencias de fallas evitadas contra los casos de pruebas de fallas iniciales B = Número de casos de pruebas de fallas iniciales ejecutados durante las pruebas Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	NO				7,14			
	Redundancia	$X = A / B$ A = Número de componentes/sistemas instalados de forma redundante B = Número de componentes/sistemas instalados Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	SI	A	0	0				
	Anulación de operación incorrecta	$X = A / B$ A = Número de operaciones incorrectas presentadas B = Número total de funciones implementadas para anular operaciones incorrectas. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor El peor caso es ≥ 10	SI	A	4	7,14				
Recuperabilidad	Tiempo medio de recuperación	$X = A / T$ A = Número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entro en recuperación T = Tiempo que le tomo al sistema recuperarse Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0/t es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 10/t$	SI	A	0	10				
					T	2					
					X	0,28571					

Figura 24. Matriz de calidad de adecuación funcional del módulo isla (Calidad Interna)

Eficiencia de desempeño

En la Figura 25 se muestra la matriz de calidad aplicada al módulo de isla para la característica de calidad eficiencia de desempeño de calidad interna, con resultado de 0,48 puntos.

Subcaracterística	Métrica	Fórmula	Valor Deseado	APLICA	VALOR OBTENIDO		PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL
Comportamiento del tiempo	Tiempo de respuesta	$X = B - A$ A = Tiempo de envío de petición. B = Tiempo en recibir la primera respuesta.	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 15t$	NO	A						
	Tiempo de espera	$X = B - A$ A = Tiempo cuando se inicia un trabajo. B = Tiempo en completar un trabajo.	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 15t$	NO	A						
	Rendimiento	$X = A/T$ A = Número de tareas completadas. B = Intervalo de tiempo. Donde: $T > 0$	$T = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor. Donde el mejor caso es $\geq 10t$	NO	A						
Utilización de Recursos	Lineas de Código	$X = A$ A = Número de líneas de código	$1 \leq x \leq 50$ El más cercano a 1 es el mejor. Donde el peor caso es ≥ 50 líneas de código	SI	A	38	2,40	2,4	M	20%	0,48
	Utilización de CPU	$X = B - A$ A = La cantidad de tiempo de CPU que realmente es usado para realizar una tarea. B = Tiempo de operación. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 25t$	NO	A						
	Utilización de memoria	$X = B - A$ A = La cantidad de espacios de memoria que realmente es usado para realizar una tarea dada. B = Cantidad total de espacios de memoria Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 15$ El más cercano a 0 es el mejor.	NO							
	Utilización de dispositivos de E/S	$X = B - A$ A = El tiempo de los dispositivos de E/S pasan ocupados para realizar la tarea. B = Tiempo de operación Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 15$ El más cercano a 0 es el mejor.	NO	A						
Capacidad	Número de peticiones online	$X = A/T$ A = Número máximo de peticiones online procesadas T = Tiempo de operación Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El mas lejano a 0/t es el mejor. Donde el mejor caso es $\geq 10/t$	NO							
	Número de Accesos simultaneos	$X = A/T$ A = Número máximo de accesos simultaneos T = Tiempo de operación Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El mas lejano a 0/t es el mejor. Donde el mejor caso es $\geq 10/t$	NO							

Figura 25. Matriz de calidad de adecuación funcional del módulo isla (Calidad Interna)

Facilidad de uso

En la Figura 26 se muestra la matriz de calidad aplicada al módulo de isla para la característica de calidad eficiencia de desempeño de calidad interna, con resultado de 1.23 puntos.

Subcaracterística	Métrica	Fórmula	Valor Deseado	APLICA	VALOR OBTENIDO		PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL
					A	B					
Capacidad de reconocer su adecuación	Integridad de descripción	$X = A/B$ A = Número de funciones (o tipo de funciones) descritas como entendibles en la descripción del producto. B = Número total de funciones (o tipos de funciones) Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	SI	A 17	B 23	7,39	8,19	M	15%	1,23
	Capacidad de demostración	$X = A/B$ A = Número de funciones implementadas con capacidad de demostración. B = Número total de funciones que requieren capacidad de demostración Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	NO							
Capacidad para ser entendido	Funciones Evidentes	$X = A/B$ A = Número de funciones (o tipos de funciones) evidentes al usuario B = Número total de funciones (o tipo de funciones) Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	SI	A 16	B 23	6,96				
	Efectividad de la documentación del usuario o ayuda del sistema	$X = A/B$ A = Número de funciones descritas correctamente B = Número total de funciones implementadas Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	NO							
Operatividad	Recuperabilidad de Error operacional	$X = A/B$ A = Número total de funciones implementadas con tolerancia a error de usuarios B = Número total de funciones requeridas con capacidad de tolerancia. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	SI	A 18	B 23	7,83				
	Claridad del mensaje	$X = A/B$ A = Número de mensajes implementados con explicaciones claras B = Número total de mensajes implementados Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	SI	A 15	B 19	7,89				
	Consistencia operacional	$X = A/B$ A = Número de operaciones de manera incoherente B = Número total de operaciones que se comportan de forma normal Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor.	SI	A 7	B 89	9,21				
Protección contra errores de usuario	Posibilidad de personalización	$X = A/B$ A = Número de funciones implementadas que pueden ser personalizadas durante la operación B = Número de funciones que requieren la capacidad de personalización Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	NO							
	Verificación de entradas válidas	$X = A/B$ A = Número de items de entrada que son validados. B = Número de items que necesitan ser validados Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	SI	A 117	B 119	9,83				
	Prevención del uso incorrecto	$X = A/B$ A = Número de operaciones iniciales incorrectas. B = Número de funciones implementadas para evitar fallos provocados por un uso incorrecto Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	NO	A B X						
Estética de la interfaz de usuario	Personalización de la apariencia de la interfaz de usuario	$X = A/B$ A = Número de elementos de interfaz que pueden ser personalizados B = Número total de elementos de interfaz Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	NO							
Accesibilidad técnica	Accesibilidad Física	$X = A/B$ A = Número de funciones a las que pueden acceder personas con discapacidad B = Número total de funciones implementadas Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	NO							

Figura 26. Matriz de calidad de facilidad de uso del módulo isla (Calidad Interna)

Seguridad

En la Figura 27 se muestra la matriz de calidad aplicada al módulo de isla para la característica de calidad seguridad de calidad interna, con resultado de 1.25 puntos.

Subcaracterística	Métrica	Fórmula	Valor Deseado	APLICA	VALOR OBTENIDO		PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL
Confidencialidad	Capacidad de control de acceso	$X = A/B$ A = Número de diferentes tipos de operaciones ilegales detectados B = Número de operaciones ilegales en la especificación Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	NO	A			8,33	M	15%	1,25
	Encriptación de datos	$X = A/B$ A = Número de elementos de datos encriptados/desencriptados correctamente B = Número de elementos de datos que requiere encriptación/desencriptación Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	NO							
Integridad	Prevención de corrupción de datos	$X = A/B$ A = Número de casos de corrupción de datos ocurridos en la actualidad B = número de accesos donde se espera que ocurran daños de datos Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	NO							
No-repudio	Utilización de firma digital	$X = A/B$ A = Número de eventos procesados usando firma digital B = Número de eventos que requieran la propiedad de no-repudio Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	SI	A	23	10				
Responsabilidad	Capacidad de auditorio de acceso	$X = A/B$ A = Número de accesos ocurridos en realidad B = Número de accesos al sistema y los datos registrados en el log del sistema Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	SI	A	25	10				
					B	25					
Autenticidad	Métodos de autenticación	$X = A$ A = Número de métodos de autenticación previstos	$X \geq 0$ Donde X es 0, siendo X el mejor ≥ 2	SI	X	1	5				

Figura 27. Matriz de calidad de seguridad del módulo isla (Calidad Interna)

Mantenibilidad

En la Figura 28 se muestra la matriz de calidad aplicada al módulo de isla para la característica de calidad mantenibilidad de calidad interna, con resultado de 1.04 puntos.

Subcaracterística	Métrica	Fórmula	Valor Deseado	APUCA	VALOR OBTENIDO	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL
Modularidad	Capacidad de condensación	$X = A/B$ A = número de componentes que no son afectados por cambios de otros componentes B = número total de componentes específicos Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor.	SI	A: 1 B: 8 X: 0,125	9,69	6,94	A	15%	1,04142857
	Acoplamiento de clases	$X = A$ A = número de relaciones que tiene una función con respecto a otras clases	$1 \leq X \leq 4$ El más cercano a 1 es el mejor. Peor caso ≥ 4	SI	A: 2 B: 2 X: 2	5				
Reusabilidad	Ejecución de reusabilidad	$X = A/B$ A = número de elementos reutilizados B = número total de los elementos de la biblioteca reutilizable Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	SI	A: 9 B: 12 X: 0,75	7,5				
Capacidad de ser analizado	Capacidad de pistas de auditoría	$X = A/B$ A = número de datos realmente grabadas durante la operación B = número de datos previstos a grabarse para controlar el estado del sistema durante la operación Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	SI	A: 38 B: 38 X: 1	10				
	Diagnóstico de funciones suficientes	$X = A/B$ A = número de funciones de diagnóstico implementadas B = número de funciones de diagnóstico requeridas en la especificación de requerimientos Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	NO						
Capacidad de ser modificado	Complejidad ciclomática	$X = A+1$ A = Número de instrucciones condicionales que tiene una función	$0 \leq X \leq 15$ El más cercano a 1 es el mejor. Peor caso ≥ 15	SI	A: 6 B: 7 X: 7	6				
	Profundidad de herencia	$X = A$ A = Número de jerarquías empleadas en una determinada función	$0 \leq X \leq 4$ El más cercano a 0 es el mejor. Peor caso ≥ 4	SI	A: 2 B: 2 X: 2	5				
	Grado de localización de corrección de impacto	$X = A/B$ A = número de fallas aparecidas después que se ha resuelto un fallo B = número de fallas resueltas Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor.	SI	A: 2 B: 8 X: 0,25	7,5				
	Complejidad de modificación	$X = A/T$ A = Número de modificaciones B = Tiempo de trabajo que le toma al desarrollador modificar Donde: $B > 0$	$X = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor.	NO						
	Índice de éxito de modificación	$X = A/B$ A = número de problemas dentro de un determinado periodo antes de mantenimiento B = número de problemas en el mismo periodo después del mantenimiento Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor.	NO						
Capacidad de ser probado	Complejidad funcional de funciones de pruebas	$X = A/B$ A = número de funciones de prueba implementadas B = número de funciones de prueba requeridas Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	NO						
	Capacidad de prueba autónoma	$X = A/B$ A = número de pruebas que están dependiendo de otros sistemas B = número total de pruebas dependientes con otros sistemas Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor.	NO	A: 12 B: 50 X: 0,24	7,6				
	Capacidad de reinicio de pruebas	$X = A/B$ A = número de casos en los cuales el mantenedor puede caudar y restaurar las pruebas B = número de casos de pausa en la ejecución de pruebas Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	NO						

Figura 28. Matriz de calidad de seguridad del módulo isla (Calidad Interna)

5.5.1.2. Módulo Servidor (WPF)

Adecuación funcional

En la Figura 29 se muestra la matriz de calidad aplicada al módulo servidor para la característica de calidad adecuación funcional de calidad interna, con resultado de 2 puntos.

Subcaracterística	Métrica	Fórmula	Valor Deseado	APLICA	VALOR OBTENIDO		PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL
Compleitud Funcional	Compleitud de la implementación funcional	$X = A / B$ A = Número de funciones que están incorrectas o que fueron implementadas. B = Número de las funciones establecidas en la especificación de requisitos. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	SI	A	0	10	10	A	20%	2
					B	17					
					X	0					
Exactitud Funcional	Exactitud	$X = A / B$ A = Número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud. B = Número total de elementos de datos implementados. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	NO	A			10	A	20%	2
					B						
					X						
Exactitud Funcional	Precisión Computacional	$X = A / T$ A = Número de cálculos inexactos encontrados. T = Tiempo de operación. Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0/t es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 10/t$	NO	A			10	A	20%	2
					B						
					X						

Figura 29. Matriz de calidad de adecuación funcional del módulo servidor (Calidad Interna)

Fiabilidad

En la Figura 30 se muestra la matriz de calidad aplicada al módulo servidor para la característica de calidad fiabilidad de calidad interna, con resultado de 1.50 puntos.

Subcaracterística	Métrica	Fórmula	Valor Deseado	APLICA	VALOR OBTENIDO		PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL
Madurez	Eliminación de errores	$X = A / B$ A = Número de fallas corregidas en la fase de diseño/codificación/pruebas. B = Número de fallas detectadas en las pruebas. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	NO	A						
	Cobertura de Pruebas	$X = A / B$ A = Número de casos de pruebas realizados en un escenario de operación durante la prueba. B = Número de casos de prueba a ser realizados para cubrir los requerimientos. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	NO	A						
	Tiempo medio entre fallos	$X = A / T$ A = Número total de fallas detectadas actualmente. T = Tiempo de operación. Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0/t es el mejor.	NO							
Disponibilidad	Tiempo de servicio	$X = A / B$ A = Tiempo de servicio del sistema que se proporciona actualmente. B = tiempo de servicio del sistema regulado en el cronograma operación. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	NO				10	M	15%	1,50
	Tiempo medio de Inactividad	$X = A / T$ A = Número de fallos observados B = Tiempo total de inactividad. Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0/t es el mejor.	NO							
Tolerancia a fallos	Prevención de Fallas	$X = A / B$ A = Número de ocurrencias de fallas evitadas contra los casos de pruebas de fallas iniciales B = Número de casos de pruebas de fallas iniciales ejecutados durante las pruebas Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	NO			10				
	Redundancia	$X = A / B$ A = Número de componentes/sistemas instalados de forma redundante B = Número de componentes/sistemas instalados Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	SI	A	2					
	Anulación de operación incorrecta	$X = A / B$ A = Número de operaciones incorrectas presentadas B = Número total de funciones implementadas para anular operaciones incorrectas. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor El peor caso es ≥ 10	SI	A	0					
Recuperabilidad	Tiempo medio de recuperación	$X = A / T$ A = Número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entro en recuperación T = Tiempo que le tomo al sistema recuperarse Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0/t es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 10/t$	SI	B	2	10				
					A	0					
					X	0					

Figura 30. Matriz de calidad de fiabilidad del módulo servidor (Calidad Externa)

Eficiencia de desempeño

En la Figura 31 se muestra la matriz de calidad aplicada al módulo de servidor para la característica de calidad mantenibilidad de calidad interna, con resultado de 1.36 puntos.

Subcaracterística	Métrica	Fórmula	Valor Deseado	APLICA	VALOR OBTENIDO	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL
Comportamiento del tiempo	Tiempo de respuesta	$X = B - A$ A = Tiempo de envío de petición. B = Tiempo en recibir la primera respuesta.	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 15t$	NO	A B X		6,8	M	20%	1,36
	Tiempo de espera	$X = B - A$ A = Tiempo cuando se inicia un trabajo. B = Tiempo en completar un trabajo.	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 15t$	NO	A B X					
	Rendimiento	$X = A/T$ A = Número de tareas completadas. B = Intervalo de tiempo. Donde: $T > 0$	$T = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor. Donde el mejor caso es $\geq 10t$	NO	A T X					
Utilización de Recursos	Líneas de Código	$X = A$ A = Número de líneas de código	$1 \leq X \leq 50$ El más cercano a 1 es el mejor. Donde el peor caso es ≥ 50 líneas de código	SI	A 16 X 16	6,80	6,8	M	20%	1,36
	Utilización de CPU	$X = B - A$ A = La cantidad de tiempo de CPU que realmente es usado para realizar una tarea. B = Tiempo de operación. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 15t$	NO	A B X					
	Utilización de memoria	$X = B - A$ A = La cantidad de espacios de memoria que realmente es usado para realizar una tarea dada. B = Cantidad total de espacios de memoria Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 15$ El más cercano a 0 es el mejor.	NO						
	Utilización de dispositivos de E/S	$X = B - A$ A = El tiempo de los dispositivos de E/S pasan ocupados para realizar la tarea. B = Tiempo de operación Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 15$ El más cercano a 0 es el mejor.	NO	A B X					
Capacidad	Número de peticiones online	$X = A/T$ A = Número máximo de peticiones online procesadas T = Tiempo de operación Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El mas lejano a 0/t es el mejor. Donde el mejor caso es $\geq 10/t$	NO			6,8	M	20%	1,36
	Número de Accesos simultaneos	$X = A/T$ A = Número máximo de accesos simultaneos T = Tiempo de operación Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El mas lejano a 0/t es el mejor. Donde el mejor caso es $\geq 10/t$	NO						

Figura 31. Matriz de calidad de eficiencia de desempeño del módulo servidor (Calidad Interna)

Seguridad

En la Figura 33 se muestra la matriz de calidad aplicada al módulo de servidor para la característica de calidad seguridad de calidad interna, con resultado de 1.25 puntos.

Subcaracterística	Métrica	Fórmula	Valor Descado	APLICA	VALOR OBTENIDO		PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL
Confidencialidad	Capacidad de control de acceso	$X = A/B$ A = Número de diferentes tipos de operaciones ilegales detectados B = Número de operaciones ilegales en la especificación Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	NO	A			8,333333333	M	15%	1,25
	Encriptación de datos	$X = A/B$ A = Número de elementos de datos encriptados/desencriptados correctamente B = Número de elementos de datos que requiere encriptación/desencriptación Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	NO	B						
Integridad	Prevención de corrupción de datos	$X = A/B$ A = Número de casos de corrupción de datos ocurridos en la actualidad B = número de accesos donde se espera que ocurran daños de datos Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	NO	X						
No-repudio	Utilización de firma digital	$X = A/B$ A = Número de eventos procesados usando firma digital B = Número de eventos que requieren la propiedad de no-repudio Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	SI	A	3	10				
Responsabilidad	Capacidad de auditorio de acceso	$X = A/B$ A = Número de accesos ocurridos en realidad B = Número de accesos al sistema y los datos registrados en el log del sistema Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	SI	B	3	10				
Autenticidad	Métodos de autenticación	$X = A$ A = Número de métodos de autenticación previstos	$X \geq 0$ Donde X es 0, siendo X el mejor ≥ 2	SI	X	1	5				

Figura 33. Matriz de calidad de seguridad del módulo servidor (Calidad Interna)

5.5.1.3. Módulo Administración (WEB)

Adecuación funcional

En la Figura 35 se muestra la matriz de calidad aplicada al módulo administración para la característica de calidad adecuación funcional de calidad interna, con resultado de 1.36 puntos.

Subcaracterística	Métrica	Fórmula	Valor Deseado	APLICA	VALOR OBTENIDO		PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL
Compleitud Funcional	Compleitud de la implementación funcional	$X = A / B$ A = Número de funciones que están incorrectas o que fueron implementadas. B = Número de las funciones establecidas en la especificación de requisitos. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	SI	A	75	3,90				
					B	123					
					X	0,6097561					
Exactitud Funcional	Exactitud	$X = A / B$ A = Número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud. B = Número total de elementos de datos implementados. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	NO	A			5,45	A	25%	1,36
					B						
					X						
Precisión Computacional	Precisión Computacional	$X = A / T$ A = Número de calculos inexactos encontrados. T = Tiempo de operación. Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0/t es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 10/t$	SI	A	3	7				
					B	10					
					X	0,3					

Figura 35. Matriz de calidad de adecuación funcional del módulo administración (Calidad Interna)

Fiabilidad

En la Figura 36 se muestra la matriz de calidad aplicada al módulo administración para la característica de calidad fiabilidad de calidad interna, con resultado de 0.79 puntos.

Subcaracterística	Métrica	Fórmula	Valor Deseado	APLICA	VALOR OBTENIDO		PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL
Madurez	Eliminación de errores	$X = A / B$ A = Número de fallas corregidas en la fase de diseño/codificación/pruebas. B = Número de fallas detectadas en las pruebas. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	NO	A			7,88	M	10%	0,79
	Cobertura de Pruebas	$X = A / B$ A = Número de casos de pruebas realizados en un escenario de operación durante la prueba. B = Número de casos de prueba a ser realizados para cubrir los requerimientos. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	NO	A						
	Tiempo medio entre fallos	$X = A / T$ A = Número total de fallas detectadas actualmente. T = Tiempo de operación. Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0t es el mejor.	NO							
Disponibilidad	Tiempo de servicio	$X = A / B$ A = Tiempo de servicio del sistema que se proporciona actualmente. B = tiempo de servicio del sistema regulado en el cronograma operación. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	NO				7,88	M	10%	0,79
	Tiempo medio de Inactividad	$X = A / T$ A = Número de fallos observados B = Tiempo total de inactividad. Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0t es el mejor.	NO							
Tolerancia a fallos	Prevención de Fallos	$X = A / B$ A = Número de ocurrencias de fallas evitadas contra los casos de pruebas de fallas iniciales B = Número de casos de pruebas de fallas iniciales ejecutados durante las pruebas Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	NO				10	5,625		
	Redundancia	$X = A / B$ A = Número de componentes/sistemas instalados de forma redundante B = Número de componentes/sistemas instalados Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	SI	A	1					
	Anulación de operación incorrecta	$X = A / B$ A = Número de operaciones incorrectas presentadas B = Número total de funciones implementadas para anular operaciones incorrectas . Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor El peor caso ≥ 10	SI	A	14					
Recuperabilidad	Tiempo medio de recuperación	$X = A / T$ A = Número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entro en recuperación T = Tiempo que le tomo al sistema recuperarse Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0t es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 10t$	SI	A	2	8				
					T	60					
					X	0,03					

Figura 36. Matriz de calidad de fiabilidad del módulo administración (Calidad Interna, Pre-test)

Eficiencia de desempeño

En la Figura 37 se muestra la matriz de calidad aplicada al módulo administración para la característica de calidad eficiencia de desempeño de calidad interna, con resultado de 0.39 puntos.

Subcaracterística	Métrica	Fórmula	Valor Descado	APLICA	VALOR OBTENIDO		PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL
Comportamiento del tiempo	Tiempo de respuesta	$X = B - A$ A = Tiempo de envío de petición. B = Tiempo en recibir la primera respuesta.	$0 \leq X < 1$ El más cercano a 0 es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 15t$	NO	A						
	Tiempo de espera	$X = B - A$ A = Tiempo cuando se inicia un trabajo. B = Tiempo en completar un trabajo.	$0 \leq X < 1$ El más cercano a 0 es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 15t$	NO	A						
	Rendimiento	$X = A/T$ A = Número de tareas completadas. B = Intervalo de tiempo. Donde: $T > 0$	$T = A/T$ El más lejano a 0t es el mejor. Donde el mejor caso es $\geq 10t$	NO	A						
Utilización de Recursos	Líneas de Código	$X = A$ A = Número de líneas de código	$1 \leq x \leq 50$ El más cercano a 1 es el mejor. Donde el peor caso es ≥ 50 líneas de código	SI	A	37	2.60	2.6	M	15%	0,39
	Utilización de CPU	$X = B/A$ A = La cantidad de tiempo de CPU que realmente es usado para realizar una tarea. B = Tiempo de operación. Donde: $B > 0$	$0 \leq X < 1$ El más cercano a 0 es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 15t$	NO	A						
	Utilización de memoria	$X = B - A$ A = La cantidad de espacios de memoria que realmente es usado para realizar una tarea dada. B = Cantidad total de espacios de memoria Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 15$ El más cercano a 0 es el mejor.	NO							
	Utilización de dispositivos de E/S	$X = B - A$ A = El tiempo de los dispositivos de E/S pasan ocupados para realizar la tarea. B = Tiempo de operación Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 15$ El más cercano a 0 es el mejor.	NO	A						
Capacidad	Número de peticiones online	$X = A/T$ A = Número máximo de peticiones online procesadas T = Tiempo de operación Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El mas lejano a 0t es el mejor. Donde el mejor caso es $\geq 10t$	NO							
	Número de Accesos simultaneos	$X = A/T$ A = Número máximo de accesos simultaneos T = Tiempo de operación Donde: $T > 0$	$X = A/T$ El mas lejano a 0t es el mejor. Donde el mejor caso es $\geq 10t$	NO							

Figura 37. Matriz de calidad de eficiencia de desempeño del módulo administración (Calidad Interna, Pre-test)

Seguridad

En la Figura 39 se muestra la matriz de calidad aplicada al módulo administración para la característica de calidad seguridad de desempeño de calidad interna, con resultado de 0.66 puntos.

Subcaracterística	Métrica	Fórmula	Valor Deseado	APLICA	VALOR OBTENIDO		PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL
Confidencialidad	Capacidad de control de acceso	$X = A/B$ A = Número de diferentes tipos de operaciones ilegales detectados B = Número de operaciones ilegales en la especificación Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	NO	A			6,62	M	10%	0,66
	Encriptación de datos	$X = A/B$ A = Número de elementos de datos encriptados/desencriptados correctamente B = Número de elementos de datos que requiere encriptación/desencriptación Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	NO	B						
Integridad	Prevención de corrupción de datos	$X = A/B$ A = Número de casos de corrupción de datos ocurridos en la actualidad B = número de accesos donde se espera que ocurran daños de datos Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	NO	X						
No-repudio	Utilización de firma digital	$X = A/B$ A = Número de eventos procesados usando firma digital B = Número de eventos que requieran la propiedad de no-repudio Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	SI	A	17	4,86				
Responsabilidad	Capacidad de auditorio de acceso	$X = A/B$ A = Número de accesos ocurridos en realidad B = Número de accesos al sistema y los datos registrados en el log del sistema Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.	SI	B	35					
					X	0,49					
Autenticidad	Métodos de autenticación	$X = A$ A = Número de métodos de autenticación previstos	$X \geq 0$ Donde X es 0, siendo X el mejor ≥ 2	SI	A	62	10				
					B	62					
					X	1					
					X	1	5				

Figura 39. Matriz de calidad de seguridad del módulo administración (Calidad Interna, Pre-test)

5.5.2. Calidad Externa.

5.5.2.1. Modulo Isla (WPF)

Adecuación funcional

En la Figura 41 se muestra la matriz de calidad aplicada al módulo de isla para la característica de calidad adecuación funcional de desempeño de calidad externa, con resultado de 0.89 puntos.

Subcaracterística	Métrica	Fórmula	Valor Deseado	APLICA	VALOR OBTENIDO		PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL
Complejidad Funcional	Complejidad de la implementación funcional	$X = A / B$ A = Número de funciones que están incorrectas o que fueron implementadas. B = Número de las funciones establecidas en la especificación de requisitos. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	SI	A	35	1,86	4,43	A	20%	0,89
					B	43					
					X	0,81					
Exactitud Funcional	Exactitud	$X = A / B$ A = Número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud. B = Número total de elementos de datos implementados. Donde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	NO	A						
					B						
					X						
	Precisión Computacional	$X = A / T$ A = Número de cálculos inexactos encontrados. T = Tiempo de operación. Donde: $T > 0$	$X = A / T$ El más cercano a 0 es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 10^t$	SI	A	3	7				
					B	10					
					X	3/10					

Figura 41. Matriz de calidad de adecuación funcional del módulo isla (Calidad Externa, Pre-test)

