

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**Implementación de un modelo de medición del nivel de madurez en el uso
de datos abiertos espaciales en el Estado Peruano**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Informático

AUTOR:

Luis Alberto Salas Rodriguez

ASESORES:

Dra. Mariuxi Alexandra Bruzza Moncayo

Dr. Manuel Franciso Tupia Anticona

Lima, Agosto, 2023

Informe de Similitud

Informe de Similitud

Yo, **MANUEL FRANCISCO TUPIA ANTICONA** docente de la Facultad de **CIENCIAS E INGENIERÍA** de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado

Implementación de un modelo de medición del nivel de madurez en el uso de datos abiertos espaciales en el Estado Peruano

del/de la autor(a)/ de los(as) autores(as) **Luis Alberto Salas Rodríguez** de constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 30 %. Este porcentaje se ha dado precisamente porque se está haciendo referencia dentro del documento a un artículo de divulgación científica que es de autoría de Luis Salas. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 28/08/2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 28 de agosto de 2023

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>Tupia Anticona Manuel Francisco</u>	
DNI: 10279924	Firma 
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5260-2829	

Resumen

En la Administración Pública, el uso de datos estadísticos favorece a la toma de decisiones y a la planificación de proyectos en favor de la población como lo mencionan (Kalogeropoulos et al., 2019). Un tipo importante de datos son los datos abiertos los cuales según (van Loenen et al., 2018) son “datos a los que se puede acceder, compartir, usar y reutilizar sin ninguna barrera por cualquier tipo de usuario”; un subtipo de datos abiertos los encontramos en los datos espaciales (Khan, 2017) que son datos de diversos ámbitos que se vinculan a una referencia geográfica (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018).

En países desarrollados, tanto los datos abiertos como los datos espaciales son usados con mucha frecuencia por los gobiernos por las facilidades de interacción que presentan y por el carácter colaborativo que tienen las iniciativas de proyectos con datos espaciales (Hansen & Schrøder, 2019).

La infraestructura de datos espaciales son un conjunto gobernado de componentes organizativos y tecnológicos que coordinadamente facilitan el acceso y uso de los datos espaciales a las partes interesadas a nivel local, nacional, regional o global (Jarar Oulidi, 2019).

La modernización de la administración pública se ha alcanzado con la presencia de gobierno electrónico que según (Karen Layne, 2001) consiste en el uso de las tecnologías de la información tales como el internet para brindar servicios de gobierno a los ciudadanos, empresas y otras agencias de gobierno con el fin de mejorar su eficiencia y eficacia. Además; se afirma que los datos espaciales en combinación con el gobierno electrónico aumentan las posibilidades del desarrollo sostenible de un país en áreas tales como la salud pública, crecimiento poblacional o la respuesta ante desastres, pero cuando los datos son erróneos por mala calidad o inexistencia y no hay una organización que los gobierne el perjuicio es inevitable (Ngereja et al., 2018).

La definición del significado del modelo de infraestructura de datos espaciales que facilita los diferentes niveles de uso de datos espaciales en cada gobierno y/u organización cambia según su visión, objetivos y los requisitos particulares y por ende cambia también la prioridad de sus criterios de evaluación (Gharaibeh et al., 2018). Por lo tanto; se observa el problema de la falta de definición de criterios estandarizados (globales) para medir la madurez del uso de datos espaciales en el gobierno electrónico.

En el caso del Perú existe una organización que gobierna los datos abiertos espaciales que es el Comité Coordinador permanente de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú

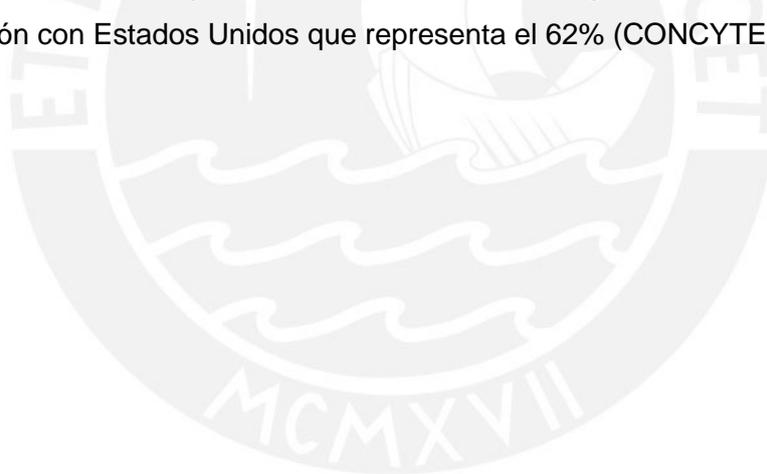
(CCIDEP) creado por la resolución ministerial N° 325-2007-PCM que trata de mejorar el uso de los servicios de TI tanto para los productores y como para los consumidores de datos espaciales (Diario Oficial El Peruano, 2007). Sin embargo, según (Bruzza et al., 2020) basados en su revisión de la literatura, han detectado que la infraestructura de datos espaciales del Perú es solamente un repositorio de información más no una estructura para interoperar datos espaciales, lo que indicaría que no hay mayor empleo por parte de las instituciones públicas de los datos abiertos espaciales ni que se desarrollen aplicaciones; dicha afirmación también es corroborada con la revisión sistemática de la literatura realizada en este trabajo de investigación. Por lo que; se deslumbraría que la infraestructura de datos espaciales en el Perú no estaría del todo alineada a las buenas prácticas de gobierno y de gestión de TI, en otras palabras, no existe un diseño estándar de componentes a alto nivel en el uso de datos espaciales en el estado peruano que sirva para su evaluación y/o implementación correcta.

La medición del uso de los datos abierto, no debería ser un fin en sí mismo sino un medio para identificar las mejoras en las políticas del uso de datos abiertos que aumenten el beneficio global (Vancauwenberghe, 2018). Por lo tanto; determinar el nivel de madurez de datos abiertos servirá como una guía para superar las barreras legales, tecnológicas y ciudadanas del uso de los datos abiertos, de manera que se pueda involucrar al ciudadano en la generación de productos innovadores que ayuden a los gobiernos a mejorar la calidad de sus servicios prestados (Rahmatika et al., 2019). Sin embargo; no se encontró reportado algún modelo de evaluación de la madurez del uso de los datos espaciales en Perú. Por lo tanto; se afirma que no existe una implementación de un modelo de madurez del uso de datos espaciales en las entidades públicas del Perú.

El Perú tiene 130 entidades ejecutivas, una entidad legislativa (congreso de la república), cuatro entidades judiciales, 67 organismos autónomos, 1891 gobiernos locales y 42 gobiernos regionales (Portal Del Estado Peruano, n.d.) que brindan servicios públicos a nivel nacional, con requisitos de interoperabilidad estándar para su adecuado funcionamiento. Sin embargo, no todas muestran el mismo nivel de madurez en cuanto a su capacidad tecnológica; por ejemplo, según la encuesta de la ISO en el 2018 solo 49 empresas (entre el sector público y privado) tienen el certificado ISO/IEC 27001_2013 (Sistema de seguridad de la información) y 16 empresas peruanas tienen el certificado ISO/IEC 20000-1:2018 (Requisitos del sistema de gestión de servicios) (ISO, 2019). Por lo que; para tener una idea objetiva de su nivel de madurez en temas tecnológicos especializados tales como el uso de datos espaciales en el gobierno electrónico; se requiere

aplicar un modelo válido de medición del nivel de madurez del uso de datos espaciales en las instituciones públicas del Perú.

Se propone realizar un modelo de medición del nivel de madurez del uso de datos espaciales en el Perú para detectar el nivel de madurez del uso de datos espaciales y establecer una hoja de ruta que servirá de guía a las instituciones peruanas en sus procesos de mejora continua. De manera que se pueda ayudar en cierta medida a disminuir la duplicidad de datos espaciales en el Estado Peruano, identificar el nivel de madurez actual del uso de datos espaciales en las instituciones públicas del estado peruano para generar una conciencia de mejora de modo que, en el futuro las instituciones públicas responsables de disminuir el fuerte impacto de los fenómenos naturales o desastres con características geográfica tales como “Fenómeno del Niño” puedan estar mejor preparadas y tratar de impulsar la capacidad de investigación y desarrollo, que en términos generales y según “El Primer Censo Nacional de Investigación y Desarrollo (I+D)”, reportó que Perú solo gasta 0.08% del PBI en investigación y desarrollo y la investigación en I+D solo es del 7.3% en comparación con Estados Unidos que representa el 62% (CONCYTEC, n.d.).



Agradecimientos

Agradezco a mi familia por su apoyo incondicional durante mi formación profesional, en especial a mis padres y hermanos, y a los conocimientos que recibí de los profesores especializados de la PUCP, con los que trabajé, que junto con mi esfuerzo me permitieron lograr desarrollar este interesante trabajo de investigación.



Tabla de Contenido

Capítulo 1. Generalidades.....	17
1.1 Problemática.....	17
1.1.1 Árbol de Problemas.....	17
1.1.2 Descripción	18
1.1.3 Problema seleccionado.....	22
1.2 Objetivos.....	23
1.2.1 Objetivo general.....	23
1.2.2 Objetivos específicos	23
1.2.3 Resultados esperados	23
1.2.4 Mapeo de objetivos, resultados y verificación	23
1.2.4.1 Mapeo del objetivo específico 1, resultados y verificación	24
1.2.4.2 Mapeo del objetivo específico 2, resultados y verificación	24
1.2.4.3 Mapeo del objetivo específico 3, resultados y verificación	25
1.2.4.4 Mapeo del objetivo específico 4, resultados y verificación	26
1.3 Métodos y Procedimientos.....	27
1.3.1 Mapeo de resultados, herramientas o procedimientos y validación	27
1.3.1.1 Mapeo del objetivo específico 1, resultados, herramientas o procedimientos y validación	27
1.3.1.2 Mapeo del objetivo específico 2, resultados, herramientas o procedimientos y validación	28
1.3.1.3 Mapeo del objetivo específico 3, resultados, herramientas o procedimientos y verificación	28
1.3.1.4 Mapeo del objetivo específico 4, resultados, herramientas o procedimientos y verificación	29
1.3.2 Descripción de las herramientas, métodos y/o procedimientos	31
1.3.2.1 Capability Maturity Model (CMM).....	31

1.3.2.2	COBIT 5.0 - Process Assessment Model (COBIT 5.0 PAM)	31
1.3.2.3	Revisión sistemática	33
1.3.2.4	Análisis del uso de datos espaciales	33
1.3.2.5	“Open Data Maturity Model (OD-MM)”	33
1.3.2.6	Balanced Scorecard (BSC).....	34
1.3.2.7	Metrics for Service Management	34
1.3.2.8	E-Draw	35
1.3.2.9	Expertos en datos espaciales de la Secretaria de Gobierno Digital “Plataforma digital única del Estado Peruano (GOB.PE)”	35
1.3.2.10	Expertos en datos espaciales del “Portal de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (IDEP)”	36
1.3.2.11	Entrevista y cuestionario a expertos de la Secretaría de Gobierno Digital en datos espaciales.....	36
Capítulo 2. Marco-Legal/Regulatorio/Conceptual/otros		37
2.1	Objetivo del marco conceptual	37
2.2	Marco conceptual.....	37
2.2.1	Datos abiertos	37
2.2.2	Portales de datos abiertos	37
2.2.3	Datos espaciales	39
2.2.4	Datos espaciales abiertos.....	40
2.2.5	Interoperabilidad de sistemas	41
2.2.6	Infraestructura de datos espaciales	42
2.2.7	Niveles de madurez	47
2.2.8	Gobierno Electrónico	48
2.2.9	Servicio de TI.....	49
2.2.10	Modelo.....	50
2.3	Marco Legal/Regulatorio	51

2.3.1	Decreto Supremo N° 133-2013-PCM – Establecimiento del acceso e intercambio de información espacial entre entidades de la Administración Pública	51
2.3.2	Resolución Ministerial N° 241-2014-PCM – Aprobación de la Directiva N° 001-2014-PCM/ ONGEI	51
2.3.3	Directiva N° 001-2014-PCM/ ONGEI - “Directiva sobre Estándares de Servicios Web de Información Georreferenciada para el Intercambio de Datos entre Entidades de la Administración Pública”	52
2.3.4	Decreto Supremo N° 069-2011-PCM - Creación del Portal de la Información de Datos Espaciales del Perú (GEOIDEP)	52
2.3.5	Resolución Ministerial N° 325-2007-PCM – Creación del Comité Coordinador permanente de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (CCIDEP)	53
2.3.6	Ley N° 27658 – Ley Marco de Modernización de la Gestión del Estado	53
2.3.7	Decreto de Urgencia N° 006-2020 – Crea el Sistema Nacional de Transformación Digital	53
2.3.8	Decreto N° 007-2020 – Aprueba el Marco de Confianza Digital y dispone medidas para su fortalecimiento	54
Capítulo 3.	Estado del Arte	55
3.1	Introducción	55
3.2	Objetivos de revisión	55
3.3	Preguntas de revisión	55
3.4	Estrategia de búsqueda	56
3.4.1	Motores de búsqueda a usar	56
3.4.2	Cadenas de búsqueda a usar	56
3.4.3	Documentos encontrados	58
3.4.4	Criterios de inclusión/exclusión	58
3.5	Formulario de extracción de datos	59
3.6	Resultados de la revisión	61
3.6.1	Búsqueda y selección de estudios relevantes	61

3.6.2	Evaluación de calidad	61
3.6.3	Estudios primarios.....	65
3.6.4	Aplicación del formulario de extracción	67
3.6.5	Respuesta a pregunta P1.....	71
3.6.6	Respuesta a pregunta P2.....	74
3.6.7	Respuesta a pregunta P3.....	79
3.7	Conclusiones	82
Capítulo 4.	Componentes del modelo descritos a alto nivel.	85
4.1	Introducción	85
4.2	Resultados alcanzados	86
4.2.1.1	Objetivos del modelo.....	87
4.2.1.2	Escalas de madurez.....	88
4.2.1.3	Calificador de empresa	91
4.2.1.4	Incorporación de los criterios de medición de madurez anteriormente adaptados	92
4.2.1.5	Métricas del modelo	96
4.2.1.6	Responsabilidades y prácticas de aplicación del modelo	98
4.2.1.7	Hoja de ruta para construcción del modelo	99
4.3	Discusión	100
Capítulo 5.	Criterios para la medición de la madurez del uso de datos espaciales.	104
5.1	Introducción	104
5.2	Resultados alcanzados	105
5.2.1	Identificación en la literatura y criterios de medición	106
5.3	Discusión	110
Capítulo 6.	Modelo de medición del nivel de madurez construido	113
6.1	Introducción	113
6.2	Resultados alcanzados	114

6.2.1	Diagramar la representación del modelo	114
6.2.2	Guía de aplicación del modelo.....	116
6.2.2.1	Calificador de empresa	117
6.2.2.2	Actividades de inicio.....	117
6.2.2.3	Planificar la evaluación	117
6.2.2.4	Instrucciones de ejecución	118
6.2.2.5	Recolección de los datos	119
6.2.2.6	Informe de madurez	119
6.2.3	Protocolo de reporte del modelo	120
6.2.3.1	Redactar el resumen ejecutivo	121
6.2.3.2	Redactar la introducción del reporte.....	122
6.2.3.3	Obtener los gráficos estadísticos	123
6.2.3.4	Documentar los gráficos estadísticos.....	125
6.2.3.5	Establecer las reglas de recomendaciones	128
6.2.3.6	Redactar las recomendaciones.....	129
6.2.3.7	Entrega del reporte del modelo	130
6.2.4	Cuestionario para validación del modelo por los expertos	130
6.3	Discusión	132
Capítulo 7. Validación del modelo de medición		134
7.1	Introducción	134
7.2	Resultados alcanzados	134
7.2.1	Informe de juicio experto del modelo de madurez del uso de datos abiertos espaciales.....	135
7.2.1.1	Informe de juicio experto.....	135
7.2.1.2	Acta de conformidad sobre la evaluación del modelo de medición.....	138
7.2.2	Protocolo para efectuar la validación de los resultados del modelo de madurez aplicado	139

7.2.2.1	Recibir los comentarios y observaciones del experto	140
7.2.2.2	Identificar los componentes a mejorar.....	140
7.2.2.3	Realizar las mejoras a los componentes identificados	140
7.2.2.3.1	Mejora a los criterios para medir la madurez del uso de datos espaciales	140
7.2.2.3.2	Mejora al Calificador de empresa.....	143
7.2.2.4	Recibir el acta de conformidad al 100%	145
7.2.3	Caso de aplicación del modelo de medición	145
7.2.3.1	SERFOR.....	146
7.2.3.2	MINAGRI	148
7.3	Discusión	150
Capítulo 8.	Conclusiones y Trabajos futuros	152
8.1	Conclusiones	152
8.2	Trabajos futuros	154
Referencias	155
Anexos	165
Anexo A: Plan de Proyecto.....		165
Anexo B: Enlace al documento Excel “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_EF” que contiene todos los formularios de extracción completados.		179
Anexo C: Estudios primarios mapeados con el número de formulario de extracción de información que le corresponden.		180
Anexo D: Cronograma del desarrollo del proyecto de tesis.		182
Anexo E: Matriz de trazabilidad que relaciona de qué estudios del estado del arte, de qué herramientas de gobierno y gestión y fuente propia fue obtenida la información de cada uno de los componentes del modelo mencionados.		184
Anexo F: Enlace al documento Excel “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_MatricesTrazabilidad_EF”.		189
Anexo G: Enlace al documento Excel “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_EF”		190
Anexo H: Detalle de todas las métricas del modelo ordenadas por objetivos del modelo		191
Anexo I: Hoja de ruta para construcción del modelo.....		196
Anexo J: Criterios para la medición de la madurez del uso de datos espaciales		198

Anexo K: Matriz de trazabilidad que relaciona de qué estudios del estado del arte fue obtenida la información de cada uno de los criterios en la lista	206
Anexo L: Matriz de trazabilidad que relaciona la fuente de los componentes del modelo de medición del nivel de madurez construido	214
Anexo M: Índice del reporte del modelo de medición adaptado de (ISACA, 2013b) ..	215
Anexo N: Enlace al documento Word "20123136_LuisSalas_ManuelTupia_Ejemplo_ReporteMadurez_EF"	217
Anexo Ñ: Enlace al documento Word "20123136_LuisSalas_ManuelTupia_DocumentaciónFinalModelo_EF"	218
Anexo O: Enlace al archivo Pdf "20123136_LuisSalas_ManuelTupia _InformeJuicioExperto_EF.pdf"	219
Anexo P: Enlace al documento Excel "20123136_LuisSalas_ManuelTupia _ModeloMadurez_obs_Darwin_EF.xlsx"	220
Anexo Q: Enlace al documento Pdf "20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ActaConformidadEvaluación_EF.pdf"	221
Anexo R: Matriz de trazabilidad mejorada que relaciona de qué estudios del estado del arte fue obtenida la información de cada uno de los criterios en la lista	222
Anexo S: Matriz de trazabilidad que relaciona de qué estudios del estado del arte, de qué herramientas de gobierno y gestión y fuente propia fue obtenida la información de cada uno de los componentes del modelo mejorados.....	230
Anexo T: Enlace al documento Pdf "20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ActaConformidad_Firmado_EF.pdf"	235
Anexo U: Enlace al formulario web en Google Forms "Modelo de Madurez de Infraestructura de Datos Espaciales"	236
Anexo V: Enlace al documento Pdf "20123136_LuisSalas_ManuelTupia_InvitaciónParticipación_EF.pdf"	237
Anexo W: Enlace al documento Word "20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ReporteMadurez_SERFOR_EF.docx"	238
Anexo X: Enlace al documento Excel "20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_SERFOR_EF.xlsx"	239
Anexo Y: Enlace al documento Word "20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ReporteMadurez_MINAGRI_EF.docx"	240
Anexo Z: Enlace al documento Excel "20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_MINAGRI_EF.xlsx"	241

Índice de Figuras

Figura 1. Árbol de problemas del presente proyecto de tesis.	17
Figura 2. Herramienta de visualización del conjunto de datos abiertos “Bonos COVID-19 - MIDIS”. Imagen obtenida de (Herramienta de Visualización Del Conjunto de Datos Abiertos “Muestra de Datos – Bonos COVID-19 – [Ministerio de Desarrollo Inclusión Social -MIDIS],” n.d.).	38
Figura 3. Herramienta de visualización del conjunto de datos abiertos “Conditions contributing to deaths involving coronavirus disease 2019 (COVID-19), by age group, United States”. Imágen obtenida de (Conditions Contributing to Deaths Involving Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), by Age Group, United States., n.d.)	38
Figura 4. Metadato en XML de la capa de información espacial de los sismos del Instituto Geofísico del Perú.	39
Figura 5. Conjunto de datos espaciales “Estaciones de peajes del 2013” cargado en la capa de “OpenStreetMap” del sistema de gestión geoespacial QGIS junto con su archivo CSV que describe sus características (coordenadas).	40
Figura 6. Algunos nodos intermedios del portal de datos espaciales del Perú (https://www.geoidep.gob.pe/). Imagen obtenida de (GEOIDEP, 2020).	41
Figura 7. Visor del mapa digital del inventario de glaciares del Perú. Imagen obtenida de (Visor Del Mapa Digital Del Inventario de Glaciares Del Perú., n.d.).	43
Figura 8. Servicio WFS del Ministerio del Ambiente. Imagen obtenida de (Servicios de Descarga WFS del Ministerio del Ambiente, n.d.).	44
Figura 9. Consulta SQL en el software libre “PostGIS”	45
Figura 10. Centros poblados del Perú, publicados en servidor web “GeoServer”	45
Figura 11. Visor del mapa digital emergencias viales del Perú. Imagen obtenida de (Mapa de Emergencias, n.d.).	46
Figura 12. Representación de la función calificador de empresa	91
Figura 13. Diagrama de flujo de la función calificador de la empresa	91
Figura 14. Diagramación del Modelo OSD – MM	115
Figura 15. Diagrama de flujo de la aplicación del modelo adaptado de (ISACA, 2013b)	117

Figura 16. Diagrama de flujo del protocolo de reporte del modelo adaptado de (ISACA, 2013b)	121
Figura 17. Ejemplo de un resumen ejecutivo de un reporte del modelo de medición	122
Figura 18. Representación radial de la variable media de los dominios de (Rahmatika et al., 2019) del modelo	124
Figura 19. Distribución de la variable aleatorio medias de cada dominio de (Rahmatika et al., 2019) del nivel 1 del modelo	125
Figura 20. Desempeño general de la institución pública evaluada respecto a las preguntas de las dimensiones del BSC (Kaplan & Norton, 2016)	127
Figura 21. Extracto del informe de juicio experto	136
Figura 22. Extracto del acta de conformidad sobre la evaluación del modelo de medición	139
Figura 23. Protocolo para realizar la validación por juicio experto	140
Figura 24. Extracto del acta de conformidad al 100% sobre los componentes modelo de medición revisado.	145
Figura 25. Extracto de la participación voluntaria de los responsables de datos espaciales de las instituciones públicas invitadas.	146
Figura 26. Desempeño de SERFOR clasificado por los dominios de (Rahmatika et al., 2019) del modelo	147
Figura 27. Desempeño de MINAGRI clasificado por los dominios de (Rahmatika et al., 2019) del modelo	149

Índice de Tablas

Tabla 1. Mapeo del objetivo específico 1, resultados esperados, medios de verificación e indicadores.	24
Tabla 2. Mapeo del objetivo específico 2, resultados esperados, medios de verificación e indicadores.	24
Tabla 3. Mapeo del objetivo específico 3, resultados esperados, medios de verificación e indicadores.	25
Tabla 4. Mapeo del objetivo específico 4, resultados esperados, medios de verificación e indicadores.	26
Tabla 5. Mapeo de los resultados esperados del objetivo específico 1, herramientas o procedimientos y medios de validación.	27
Tabla 6. Mapeo de los resultados esperados del objetivo específico 2, herramientas o procedimientos y medios de validación.	28
Tabla 7. Mapeo de los resultados esperados del objetivo específico 3, herramientas o procedimientos y medios de validación.	28
Tabla 8. Mapeo de los resultados esperados del objetivo específico 3, herramientas o procedimientos y medios de validación.	29
Tabla 9. Criterios de PICOC	55
Tabla 10. Palabras claves y sus sinónimos clasificados según los valores de los criterios de PICOC del proyecto	56
Tabla 11. Cadenas de búsqueda usadas en las bases de datos	57
Tabla 12. Documentos encontrados en cada base de datos (cadenas de búsqueda).	58
Tabla 13. Documentos encontrados clasificados por la pregunta de investigación	58
Tabla 14. Encabezado del formulario de extracción de datos	59
Tabla 15. Evaluación y puntajes de calidad de los estudios primarios (Filas marcadas en verde son las que pasan el control de calidad)	62
Tabla 16. Estudios primarios seleccionados para la investigación.	65

Tabla 17. Formulario de extracción aplicado al estudio primario denominado “A survey of the Geoinformatics use for census purposes and the INSPIRE maturity within Statistical Institutes of EU and EFTA countries” que tiene asignado el identificador “3”.	67
Tabla 18. Estudios primarios seleccionados para la investigación y clasificados según la pregunta(s) de investigación que mejor responden (Marcados con “x” en la pregunta utilizada, sea la pregunta 1 (P1), pregunta 2 (P2) y pregunta 3 (P3))	69
Tabla 19. Diferentes modelos de madurez del uso de los datos espaciales	72
Tabla 20. Áreas de aplicaciones de datos espaciales en el gobierno electrónico	75
Tabla 21. Componentes de infraestructura de datos espaciales en el gobierno electrónico.	76
Tabla 22. Valor agregado en las variables organizacionales gubernamentales.	79
Tabla 23. Beneficios sociales clasificado por tema	81
Tabla 24. Vista general de los principales componentes del modelo OSD-MM	87
Tabla 25. Objetivos del modelo utilizando Balanced Scorecard (Kaplan & Norton, 2016)	87
Tabla 26. Extracto de la matriz de trazabilidad con los parámetros de entrada de la función calificadora de la empresa	92
Tabla 27. Dominios del modelo de madurez del “Open Data Maturity Model (OD-MM)” adaptado de (Rahmatika et al., 2019).	92
Tabla 28. Valores máximos y mínimos de las respuestas a la lista de criterios obtenido de (ISACA, 2013c)	94
Tabla 29. Extracto de la matriz de trazabilidad de los elementos de la “Incorporación de los criterios de medición de madurez anteriormente adaptados”.	95
Tabla 30. Extracto de los criterios de medición adaptados al modelo del Nivel 1 - Ejecutado.	95
Tabla 31. Métricas del modelo adaptadas de (Brooks, 2012).	96
Tabla 32. Detalle de la métrica “Métrica_01” del primer objetivo del modelo adaptado de (Brooks, 2012).	97
Tabla 33. Extracto de la matriz de trazabilidad de las métricas del modelo.	98
Tabla 34. Roles y sus características adaptado de (ISACA, 2013b)	98

Tabla 35. Roles y responsabilidades para la aplicación del modelo de medición adaptados de (ISACA, 2013b)	99
Tabla 36. Extracto de la matriz de trazabilidad de las responsabilidades y prácticas de aplicación del modelo	99
Tabla 37. Extracto de la hoja de ruta para construcción del modelo	100
Tabla 38. Estudios primarios utilizados para la identificación de la literatura	106
Tabla 39. Extracto de los criterios de medición de la madurez del uso de datos espaciales abiertos.	108
Tabla 40. Extracto de la matriz de trazabilidad de los criterios de medición	108
Tabla 41. Secuencia de actividades de la planificación de la evaluación adaptadas de (ISACA, 2013b)	117
Tabla 42. Extracto de la matriz de medición con las preguntas de medición de la madurez para “Nivel 2 – Gestionado”	118
Tabla 43. Extracto de la matriz de trazabilidad de la Guía de aplicación del modelo	120
Tabla 44. Variables aleatorias del modelo de medición	123
Tabla 45. Datos generales de la evaluación a una institución pública ficticia	126
Tabla 46. Estadísticas descriptivas de las dimensiones del BSC (Kaplan & Norton, 2016) del modelo en general de una institución pública ficticia.	127
Tabla 47. Extracto de las recomendaciones a las preguntas del “Nivel 4 – Predecible”	128
Tabla 48. Recomendaciones a las preguntas del “Nivel 2 – Gestionado” cuyas respuestas no superaron el 75% de cumplimiento	129
Tabla 49. Extracto de la matriz de trazabilidad con cada parte del protocolo de reporte del modelo y la fuente utilizada	130
Tabla 50. Observaciones a cada uno de los componentes de modelo de medición	136
Tabla 51. Comentarios respecto a las preguntas de madurez	137
Tabla 52. Análisis y mejora de los criterios de madurez observados	140
Tabla 53. Extracto de la nueva matriz de trazabilidad solo con los criterios de madurez modificados	142

Tabla 54. Extracto de los argumentos de la función calificadora de la empresa mejorados

144



Capítulo 1. Generalidades

1.1 Problemática

1.1.1 Árbol de Problemas

Se mostrará el árbol de problemas utilizado en el diseño de la problemática del presente trabajo de tesis en la figura 1.

		1	2	3	4
ARBOL DE PROBLEMAS	PROBLEMAS EFECTOS	Datos espaciales en el gobierno electrónico duplicados (Gharaibeh et al., 2018) y datos espaciales erróneos por mala calidad o inexistencia (Ngereja et al., 2018).	La infraestructura de datos espaciales del Perú es solamente un repositorio de información más no una estructura para interoperar datos espaciales (Bruzza et al., 2020).	Ausencia de una guía de mejora de procesos en las entidades públicas del Perú que utilicen datos espaciales	No se tiene una idea objetiva del nivel de madurez del uso de datos espaciales en el gobierno electrónico del Perú.
	PROBLEMA CENTRAL	Ausencia de un estudio que diseñe y proponga un modelo de medición del nivel de madurez en el uso de datos espaciales en el Estado Peruano			
	PROBLEMAS CAUSAS	Falta de definición de criterios estandarizados para medir la madurez del uso de datos espaciales en el gobierno electrónico.	No existe un diseño estándar de componentes a alto nivel basado en buenas prácticas en el uso de datos espaciales en el estado peruano.	No existe una implementación de un modelo de madurez del uso de datos espaciales en las entidades públicas del Perú.	No se ha realizado una validación de un modelo de medición del nivel de madurez del uso de datos espaciales en el estado peruano.

Figura 1. Árbol de problemas del presente proyecto de tesis.

1.1.2 Descripción

En la Administración Pública, el uso de datos estadísticos favorece a la toma de decisiones y a la planificación de proyectos en favor de la población como lo mencionan (Kalogeropoulos et al., 2019) y en donde se plantea por ejemplo, el tener un conocimiento de la población mediante un *censo estadístico* y plasmarlo en un mapa digital que servirá para identificar problemas tales como el crecimiento urbano desmedido. Dicho mapa podría actuar como dato de entrada para diseñar políticas y planes de acción por parte de las autoridades para facilitar el crecimiento social, económico y sostenible.

Un tipo importante de datos son los *datos abiertos* los cuales según (van Loenen et al., 2018) son “*datos a los que se puede acceder, compartir, usar y reutilizar sin ninguna barrera por cualquier tipo de usuario*”; un subtipo de datos abiertos los encontramos en los *datos espaciales* (Khan, 2017) que son datos de diversos ámbitos que se vinculan a una referencia geográfica (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018).

En países desarrollados, tanto los datos abiertos como los datos espaciales son usados con mucha frecuencia por los gobiernos por las facilidades de interacción que presentan y por el carácter colaborativo que tienen las iniciativas de proyectos con datos espaciales (Hansen & Schrøder, 2019), brindando una serie de beneficios al propio estado y a los ciudadanos como primeros beneficiarios (Kim et al., 2019).

Las áreas de aplicación que más desatacan de los datos espaciales son: medio ambiente con sistemas de simulación de deforestación o expansión agrícola y sistemas de gestión de desastres en el sector de extracción y distribución de recursos naturales; en el área de la salud se tienen mapas epidemiológicos para controlar enfermedades transmisibles (Cezarino, 2017) y en el área de catastro y planeamiento urbano se tienen sistemas de gestión de la tierra (parcelas) y dimensionamiento del crecimiento de ciudades (Aydinoglu & Bovkir, 2017), entre muchas otras áreas.

La infraestructura de datos espaciales son un conjunto gobernado de componentes organizativos y tecnológicos que coordinadamente facilitan el acceso y uso de los datos espaciales a las partes interesadas a nivel local, nacional, regional o global (Jarar Oulidi, 2019). Los temas encontrados en la revisión sistemática que afectan o preocupan a la infraestructura de datos espaciales de un país son interoperabilidad, software libre, geo portales, arquitectura orientada a servicios (SOA), el enfoque de desarrollo y el gobierno de TI. En cuanto a la interoperabilidad y el uso de software libre se encuentra que los países cercanos a la región del Himalaya (HK) construyeron una infraestructura de datos

espaciales regional que les ayudó a controlar los fenómenos naturales, usando solo software libre (costo cero de desarrollo de software) (Zhu et al., 2016). Por el lado de los geos portales se destaca el caso de Polonia cuya infraestructura de datos espaciales comenzó solo con un geo portal que fue adquiriendo cada vez más capas de datos espaciales (mejorando) y ahora pertenece a la infraestructura de datos espaciales de Europa (INSPIRE) (Dawidowicz & Zrobek, 2016).

La modernización de la administración pública se ha alcanzado con la presencia de gobierno electrónico que según (Karen Layne, 2001) consiste en el uso de las tecnologías de la información tales como el internet para brindar servicios de gobierno a los ciudadanos, empresas y otras agencias de gobierno con el fin de mejorar su eficiencia y eficacia. Los datos espaciales son utilizados en los diferentes niveles de gobierno generando servicios de gobierno electrónico (Jarar Oulidi, 2019) con características espaciales. Según (Cezarino, 2017) el movimiento de los datos abiertos está cambiando el sistema de gobierno tradicional por ejemplo un sistema de gestión espacial de medición y monitoreo de lo que ocurre en la selva Amazónica puede usarse para juzgar las decisiones políticas de sus gobernantes. Además; se afirma que los datos espaciales en combinación con el gobierno electrónico aumentan las posibilidades del desarrollo sostenible de un país en áreas tales como la salud pública, crecimiento poblacional o la respuesta ante desastres, pero cuando los datos son erróneos por mala calidad o inexistencia y no hay una organización que los gobierne el perjuicio es inevitable (Ngereja et al., 2018).

La definición del significado del modelo de infraestructura de datos espaciales que facilita los diferentes niveles de uso de datos espaciales en cada gobierno y/u organización cambia según su visión, objetivos y los requisitos particulares y por ende cambia también la prioridad de sus criterios de evaluación (Gharaibeh et al., 2018). Esta afirmación, fue comprobada en la presente revisión de la literatura sobre las aplicaciones de datos espaciales e infraestructura de datos espaciales que utiliza cada país en su gobierno electrónico. Por lo tanto; se observa el problema de la falta de definición de criterios estandarizados (globales) para medir la madurez del uso de datos espaciales en el gobierno electrónico.

En el caso del Perú existe una organización que gobierna los datos abiertos espaciales que es el Comité Coordinador permanente de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (CCIDEP) creado por la resolución ministerial N° 325-2007-PCM que trata de mejorar el uso de los servicios de TI tanto para los productores y como para los consumidores de

datos espaciales (Diario Oficial El Peruano, 2007). El proceso de acceso e intercambio de la información espacial entre entidades de la administración pública se reguló mediante el Decreto Supremo N° 133-2013-PCM (Diario Oficial El Peruano, 2014a) y técnicamente se detalla en la directiva de estandarización de servicios web de datos espaciales interoperables (Diario Oficial El Peruano, 2014b).

La infraestructura de datos espaciales del Perú ofrece un geo portal (GEOIDEP) creado por el decreto supremo (Diario Oficial El Peruano, 2011a) que tiene errores de acceso y de descarga de los datos espaciales. Además, según (Bruzza et al., 2020) basados en su revisión de la literatura, han detectado que la infraestructura de datos espaciales del Perú es solamente un repositorio de información más no una estructura para interoperar datos espaciales, lo que indicaría que no hay mayor empleo por parte de las instituciones públicas de los datos abiertos espaciales ni que se desarrollen aplicaciones; dicha afirmación también es corroborada con la revisión sistemática de la literatura realizada en este trabajo de investigación. La ausencia de aplicaciones públicas avanzadas de gestión de los fenómenos sociales o naturales relacionados a la geografía, que ayuden a disminuir sus efectos, también se manifiesta observando las cifras que dejó el fenómeno “El Niño Costero 2017” donde se menciona que hubieron 1.7 millones de personas afectadas y daños que superan los 4000 millones de dólares (El Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, 2018). Todos estos problemas y ausencias previamente mencionados, suceden a pesar de tener una ley que busca la modernización del estado peruano desde el 2002 (Diario Oficial El Peruano, 2002) y decretos relacionados con el establecimiento de servicios digitales de gobierno electrónico (Diario Oficial El Peruano, 2020a, 2020b). Por lo que; se deslumbraría que la infraestructura de datos espaciales en el Perú no estaría del todo alineada a las buenas prácticas de gobierno y de gestión de TI, en otras palabras, no existe un diseño estándar de componentes a alto nivel en el uso de datos espaciales en el estado peruano que sirva para su evaluación y/o implementación correcta.

La medición del uso de los datos abierto, no debería ser un fin en sí mismo sino un medio para identificar las mejoras en las políticas del uso de datos abiertos que aumenten el beneficio global (Vancauwenberghe, 2018). La medición del uso de datos espaciales abiertos servirá para encontrar la incapacidad para descubrir (metadatos estándares), acceder (servicios web a los ciudadanos) y reutilizar los datos espaciales del país (Zerger, 2015). Una vez que se obtiene un gobierno habilitado espacialmente que ofrece productos y servicios basados en información espacial estandarizada a todos los niveles de gobierno se podrá alcanzar el desarrollo sostenible (Ngereja et al., 2018). Por lo tanto; determinar el

nivel de madurez de datos abiertos servirá como una guía para superar las barreras legales, tecnológicas y ciudadanas del uso de los datos abiertos, de manera que se pueda involucrar al ciudadano en la generación de productos innovadores que ayuden a los gobiernos a mejorar la calidad de sus servicios prestados (Rahmatika et al., 2019). En base a la revisión de literatura realizada se encontraron principalmente los siguientes modelos de madurez del uso de datos abiertos y/o datos espaciales en el gobierno electrónico: “NEII conformance framework” que se desarrolló en Australia con un enfoque en la gestión espacial del medio ambiente alineado a los estándares del gobierno abierto (Zerger, 2015), “Open Data Maturity Model (OD-MM)” es un modelo utilizado en Indonesia por la compatibilidad con las características de dicho país, que prioriza la adopción del gobierno abierto en sus entidades públicas (Rahmatika et al., 2019) y “Modelo de calidad y madurez para portales de datos abiertos” aplicado a dos municipalidades de Costa Rica, que mide el uso de datos abiertos en las entidades del estado para entre otras cosas, evaluar la calidad de los datos a reutilizarse e impulsar la transparencia y rendición de cuentas (Oviedo et al., 2015); se encuentra entonces que la mayoría de países escoge algún modelo general y lo adapta a su propia situación y/o prioridades. Por lo tanto, se requiere desarrollar un modelo de evaluación de los datos abiertos de gobierno particular para cada país, de manera que se pueda observar su configuración y facilite hacer una comparación (Benchmark) del progreso obtenido (Srimuang et al., 2017). Sin embargo; no se encontró reportado algún modelo de evaluación de madures del uso de los datos espaciales en Perú. Por lo tanto; se afirma que no existe una implementación de un modelo de madurez del uso de datos espaciales en las entidades públicas del Perú.

El Perú tiene 130 entidades ejecutivas, una entidad legislativa (congreso de la república), cuatro entidades judiciales, 67 organismos autónomos, 1891 gobiernos locales y 42 gobiernos regionales (*Portal Del Estado Peruano*, n.d.) que brindan servicios públicos a nivel nacional, con requisitos de interoperabilidad estándar para su adecuado funcionamiento. Sin embargo, no todas muestran el mismo nivel de madurez en cuanto a su capacidad tecnológica; por ejemplo, según la encuesta de la ISO en el 2018 solo 49 empresas (entre el sector público y privado) tienen el certificado ISO/IEC 27001_2013 (Sistema de seguridad de la información) y 16 empresas peruanas tienen el certificado ISO/IEC 20000-1:2018 (Requisitos del sistema de gestión de servicios) (ISO, 2019). Por lo que; para tener una idea objetiva de su nivel de madurez en temas tecnológicos especializados tales como el uso de datos espaciales en el gobierno electrónico; se requiere

aplicar un modelo válido de medición del nivel de madurez del uso de datos espaciales en las instituciones públicas del Perú.

Se propone realizar un modelo de medición del nivel de madurez del uso de datos espaciales en el Perú para detectar el nivel de madurez del uso de datos espaciales y establecer una hoja de ruta que servirá de guía a las instituciones peruanas en sus procesos de mejora continua. De manera que se pueda ayudar en cierta medida a disminuir la duplicidad de datos espaciales en el Estado Peruano, aumentar la operación interoperable de la infraestructura de datos espaciales del Perú que actualmente solo cuenta con 7 nodos de gobiernos regionales según lo reportado por su geo portal (IDEP, n.d.), identificar el nivel de madurez actual del uso de datos espaciales en las instituciones públicas del estado peruano para generar una conciencia de mejora de modo que, en el futuro las instituciones públicas responsables de disminuir el fuerte impacto de los fenómenos naturales o desastres con características geográfica tales como “Fenómeno del Niño” puedan estar mejor preparadas y tratar de impulsar la capacidad de investigación y desarrollo, que en términos generales y según “El Primer Censo Nacional de Investigación y Desarrollo (I+D)”, reportó que Perú solo gasta 0.08% del PBI en investigación y desarrollo y la investigación en I+D solo es del 7.3% en comparación con Estados Unidos que representa el 62% (CONCYTEC, n.d.), lo que facilitaría inferir que no hay iniciativas de investigación significativas que busquen aumentar la investigación innovadora y eficaz del uso de datos espaciales en el estado peruano.

1.1.3 Problema seleccionado

El problema principal radica en que no se ha hecho un estudio para diseñar y proponer un modelo de medición del nivel de madurez del uso de datos espaciales en el Estado Peruano. De manera que; se tenga una idea objetiva del nivel de uso de los datos espaciales en el estado peruano y se pueda dar inicio a un proceso de mejora y/o control.

El presente proyecto de tesis desarrollará un modelo medición del nivel de madurez del uso de datos espaciales en el Perú basado en la identificación de los casos de éxito documentados en la literatura primaria, el uso de estándares de servicios de TI y de gobierno de TI, la identificación y priorización de las necesidades espaciales en el Perú y la realidad peruana en lo que se refiere a la capacidad e inversión tecnológica. De manera, que se puedan establecer las áreas de procesos, los objetivos y los estándares (Chrissis et al., 2012c) que se evaluarán en cada nivel de madurez del uso de datos espaciales en el Estado Peruano en sus diferentes niveles de gobierno desde una perspectiva tecnológica

y organizativa; con el fin de detectar y mejorar el nivel de madurez (Chrissis et al., 2012c) del uso de datos espaciales en el Estado Peruano, posibilitando crear una conciencia para estar mejor preparados para afrontar adecuadamente como país los desafíos espaciales futuros tales como nuevas epidemias o fenómenos naturales (sismos o inundaciones).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Diseñar un modelo para la medición del nivel de madurez en el uso de datos espaciales en el Estado Peruano.

1.2.2 Objetivos específicos

- O 1. Definir los criterios de medición de la madurez para el uso de datos espaciales en instituciones públicas.
- O 2. Diseñar los componentes del modelo.
- O 3. Implementar y documentar los componentes del modelo.
- O 4. Validar el modelo de medición del nivel de madurez.

1.2.3 Resultados esperados

- O 1. Definir los criterios de medición de la madurez para el uso de datos espaciales en instituciones públicas.
 - R 1. Lista de criterios para medir la madurez del uso de datos espaciales.
- O 2. Diseñar los componentes del modelo.
 - R 1. Componentes del modelo descritos a alto nivel.
- O 3. Implementar y documentar los componentes del modelo.
 - R 1. Modelo de medición del nivel de madurez construido.
- O 4. Validar el modelo de medición del nivel de madurez.
 - R 1. Informe de juicio experto del modelo de madurez del uso de datos abiertos espaciales.
 - R 2. Protocolo para efectuar la validación de los resultados del modelo de madurez aplicado.

1.2.4 Mapeo de objetivos, resultados y verificación

En los siguientes apartados se presentarán a cada objetivo específico con sus resultados esperados y medios de verificación.

1.2.4.1 Mapeo del objetivo específico 1, resultados y verificación

Para el objetivo específico 1, se mostrarán sus resultados, medios de verificación e indicadores en la tabla 1.

Tabla 1. Mapeo del objetivo específico 1, resultados esperados, medios de verificación e indicadores.

Objetivo específico 1: Definir los criterios de medición de la madurez para el uso datos espaciales en instituciones públicas		
Resultado	Medio de verificación	Indicador objetivamente verificable
Lista de criterios para medir la madurez del uso de datos espaciales	- Matriz de trazabilidad que relaciona de qué estudios del estado del arte fue obtenida la información de cada uno de los criterios en la lista	- Criterios para medir la madurez que tratan de procesos de negocio, activos de información, servicios brindados a los ciudadanos con datos espaciales, objetivos de interoperabilidad y necesidades y uso de servicios de gobierno electrónico trazados y mapeados con estudios del estado del arte al 100%

1.2.4.2 Mapeo del objetivo específico 2, resultados y verificación

Para el objetivo específico 2, se mostrarán sus resultados, medios de verificación e indicadores en la tabla 2.

Tabla 2. Mapeo del objetivo específico 2, resultados esperados, medios de verificación e indicadores.

Objetivo específico 2: Diseñar los componentes del modelo		
Resultado	Medio de verificación	Indicador objetivamente verificable
Componentes del modelo descritos a alto nivel.	- Matriz de trazabilidad que relaciona de qué	- Componentes a alto nivel trazados como al menos

	estudios del estado del arte, de qué herramientas de gobierno y gestión y fuente propia fue obtenida la información de cada uno de los componentes del modelo mencionados.	un estudio(s) del estado del arte, herramienta(s) de gobierno y gestión y de fuente propia al 100%
--	--	--

1.2.4.3 Mapeo del objetivo específico 3, resultados y verificación

Para el objetivo específico 3, se mostrarán sus resultados, medios de verificación e indicadores en la tabla 3.

Tabla 3. Mapeo del objetivo específico 3, resultados esperados, medios de verificación e indicadores.

Objetivo específico 3: Implementar y documentar los componentes del modelo		
Resultado	Medio de verificación	Indicador objetivamente verificable
Modelo de medición del nivel de madurez construido	- Documentación completa de todo el modelo construido	- Documentación de todo el modelo (diagramar la representación del modelo, guía de aplicación del modelo, protocolo de reporte del modelo y cuestionario para validación del modelo por los expertos) al 100%

1.2.4.4 Mapeo del objetivo específico 4, resultados y verificación

Para el objetivo específico 4, se mostrarán sus resultados, medios de verificación e indicadores en la tabla 4.

Tabla 4. Mapeo del objetivo específico 4, resultados esperados, medios de verificación e indicadores.

Objetivo específico 4: Validar el modelo de medición del nivel de madurez		
Resultado	Medio de verificación	Indicador objetivamente verificable
Informe de juicio experto del modelo de madurez del uso de datos abiertos espaciales	<ul style="list-style-type: none"> - Informe con los resultados de la evaluación del modelo de madurez, por parte de los expertos contactados de la Secretaría de Gobierno digital en datos espaciales y/o del “Portal de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (IDEP)” - Acta de conformidad sobre la realización de la evaluación de la pertinencia del modelo de madurez, por parte de los expertos contactados de la Secretaría de Gobierno digital en datos espaciales y/o del “Portal de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (IDEP)” 	<ul style="list-style-type: none"> - Informe de verificación con la conformidad al 100% del experto - Acta de conformidad de la evaluación de la pertinencia del modelo de madurez completada al 100% por cada experto
Protocolo para efectuar la validación de los resultados del modelo de madurez aplicado	<ul style="list-style-type: none"> - Acta de conformidad al 100% sobre el modelo, por parte de los expertos contactados de la Secretaría de Gobierno digital en datos espaciales y/o del “Portal de 	<ul style="list-style-type: none"> - Acta de conformidad completada al 100% por cada experto

	la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (IDEP)”	
--	---	--

1.3 Métodos y Procedimientos

En esta sección se presentará un mapeo de todos los resultados esperados, herramientas o procedimientos y medios de validación. Además, se procederá a describir cada herramienta y/o procedimiento que serán utilizados en el presente proyecto de tesis.

1.3.1 Mapeo de resultados, herramientas o procedimientos y validación

En los siguientes apartados se presentarán a cada objetivo específico con sus resultados esperados, herramientas o procedimientos y medios de verificación.

1.3.1.1 Mapeo del objetivo específico 1, resultados, herramientas o procedimientos y validación

Para el objetivo específico 1: “Definir los criterios de medición de la madurez para el uso de datos espaciales en instituciones públicas”; se mostrarán sus resultados esperados, herramientas o procedimientos y medios de validación en la tabla 5.

Tabla 5. Mapeo de los resultados esperados del objetivo específico 1, herramientas o procedimientos y medios de validación.

Resultado	Herramientas o procedimientos	Medios de validación
Lista de criterios para medir la madurez del uso de datos espaciales	<ul style="list-style-type: none"> - CMM - COBIT 5.0 PAM - Revisión sistemática 	<ul style="list-style-type: none"> - Matriz de trazabilidad que relaciona de qué estudios del estado del arte fue obtenida la información de cada uno de los criterios en la lista

1.3.1.2 Mapeo del objetivo específico 2, resultados, herramientas o procedimientos y validación

Para el objetivo específico 2: “Diseñar los componentes del modelo”; se mostrarán sus resultados esperados, herramientas o procedimientos y medios de validación en la tabla 6.

Tabla 6. Mapeo de los resultados esperados del objetivo específico 2, herramientas o procedimientos y medios de validación.

Resultado	Herramientas o procedimientos	Medios de validación
Componentes del modelo descritos a alto nivel.	<ul style="list-style-type: none"> - CMM - COBIT 5.0 PAM - “Open Data Maturity Model (OD-MM)” - Revisión sistemática - Balanced Scorecard - Metrics for Service Management 	<ul style="list-style-type: none"> - Matriz de trazabilidad que relaciona de qué estudios del estado del arte, herramientas de gobierno o gestión y fuente propia fue obtenida la información de cada uno de los componentes del modelo

1.3.1.3 Mapeo del objetivo específico 3, resultados, herramientas o procedimientos y verificación

Para el objetivo específico 3: “Implementar y documentar los componentes del modelo”; se mostrarán sus resultados esperados, herramientas o procedimientos y medios de validación en la tabla 7.

Tabla 7. Mapeo de los resultados esperados del objetivo específico 3, herramientas o procedimientos y medios de validación.

Resultado	Herramientas o procedimientos	Medios de validación

Modelo de medición del nivel de madurez construido	- E-Draw	- Documentación completa de todo el modelo construido
--	----------	---

1.3.1.4 Mapeo del objetivo específico 4, resultados, herramientas o procedimientos y verificación

Para el objetivo específico 4: “Validar el modelo de medición del nivel de madurez”; se mostrarán sus resultados esperados, herramientas o procedimientos y medios de validación en la tabla 8.

Tabla 8. Mapeo de los resultados esperados del objetivo específico 3, herramientas o procedimientos y medios de validación.

Resultado	Herramientas o procedimientos	Medio de validación
Informe de juicio experto del modelo de madurez del uso de datos abiertos espaciales	- Entrevista y cuestionario de evaluación con los expertos contactados de la Secretaría de Gobierno digital en datos espaciales y/o del “Portal de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (IDEP)”	- Informe de verificación de la evaluación del modelo de madurez, por parte de los expertos contactados de la Secretaría de Gobierno digital en datos espaciales y/o del “Portal de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (IDEP)” - Acta de conformidad sobre la realización de la evaluación del modelo, por parte de

		<p>los expertos contactados de la Secretaría de Gobierno digital en datos espaciales y/o del “Portal de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (IDEP)”</p>
<p>Protocolo para efectuar la validación de los resultados del modelo de madurez aplicado</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevista y cuestionario a expertos contactados de la Secretaría de Gobierno Digital en datos espaciales y/o del “Portal de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (IDEP)” 	<ul style="list-style-type: none"> - Informe del juicio experto de la validación del modelo, por parte de los expertos contactados de la Secretaría de Gobierno digital en datos espaciales y/o del “Portal de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (IDEP)” - Acta de conformidad sobre el modelo, por parte de los expertos contactados de la Secretaría de Gobierno digital en datos espaciales y/o del “Portal de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (IDEP)”

1.3.2 Descripción de las herramientas, métodos y/o procedimientos

En esta sección se presentará una descripción del uso de las herramientas, método y/o procedimientos que se utilizarán en el presente trabajo de tesis. Además; se indicará en qué capítulo y sección del presente documento se utilizaron.

1.3.2.1 Capability Maturity Model (CMM)

Los CMM buscan la mejora de los procesos de cualquier tipo de organización para lo cual describen una ruta de mejora evolutiva hasta alcanzar procesos alta calidad. Existieron varios modelos de CMM aplicados al desarrollo de software que se fueron integrando hasta dar origen a su nueva versión denominada CMMI (Chrissis et al., 2012a). CMMI para cada proceso individual define los niveles de capacidad dependiendo de los objetivos cumplidos: 0 (Incompleto), 1 (Realizado), 2 (Gestionado) y 3 (Definido). Además; para conjunto de procesos (un área) se define los siguientes niveles de madurez: 1 (Inicial), 2 (Gestionado), 3 (Definido), 4 (Gestionado cuantitativamente) y 5 (Optimización) (Chrissis et al., 2012c).

Se utilizará la terminología de CMMI para definir los niveles de madurez del modelo de medición de madurez del uso de datos espaciales; además, será de ayuda al momento de interpretar, comprender y analizar los modelos de madurez basados en CMM incluidos en la revisión del estado del arte (Capítulo 3. Sección 3.6.5 Respuesta a pregunta P1).

1.3.2.2 COBIT 5.0 - Process Assessment Model (COBIT 5.0 PAM)

Modelo estándar para realizar una evaluación objetiva, rigurosa y basada en la evidencia de las capacidades de los procesos de TI de una empresa, contra los procesos de gestión y de gobierno de TI especificados en COBIT 5. Este modelo de evaluación es bidimensional y presenta las siguientes dimensiones: la dimensión de proceso y la dimensión de capacidad. La dimensión de proceso hace referencia a los 37 procesos del ciclo de vida de la gobernanza y gestión de TI que a su vez están vinculados a las metas de TI y de la empresa, definidos más ampliamente en el marco de COBIT 5.

La dimensión de la capacidad proporciona una medida de la capacidad de los procesos para cumplir con los objetivos de negocio de la empresa. La capacidad del proceso se expresa en términos de atributos de proceso que es una característica medible de un proceso y se agrupan en los siguientes 6 niveles de capacidad ascendentes:

- Nivel 0: Proceso incompleto. El proceso no logra su objetivo
- Nivel 1: Proceso realizado. El proceso logra su propósito

- Nivel 2: Proceso gestiona. El proceso se planea, supervisa y se ajusta y sus productos de trabajo están controlados y mantenidos.
- Nivel 3: Proceso consolidado. El proceso se encuentra claramente definido.
- Nivel 4: Proceso predecible. El proceso opera dentro de los límites establecidos para lograr resultados.
- Nivel 5: Proceso optimizado. El proceso se mejora continuamente.

Para evaluar los atributos del proceso se definen indicadores que agrupan a un conjunto de criterios y el cálculo de su cumplimiento depende de la cantidad de criterios completados. Los procesos en el nivel 1, utilizan indicadores de desempeño que son particulares a cada proceso; mientras que los procesos en los niveles 2 a 5, utilizan indicadores de atributos que son genéricos para todos los procesos. Finalmente; cada atributo es calificado con la siguiente escala: N (No alcanzado), P (Parcialmente alcanzado), L (Ampliamente alcanzado) y F (Completamente alcanzado).

(ISACA, 2013c)

Además; se han desarrollado “Tool Kits” que son un conjunto de plantillas generales con sus procedimientos de llenado, que pueden servir como guía para poder utilizar posteriormente COBIT 5 PAM que es más riguroso y requiere ayuda de un asesor certificado (ISACA, 2013a).

Se utilizará el modelo de evaluación estándar “COBIT 5 PAM” para guiar el diseño y desarrollo del modelo de medición del nivel de madurez del uso de datos espaciales en el Perú, propuesto. La decisión se basa en que este modelo de evaluación también ofrece una alineación con los procesos de gobierno y gestión de TI basado en buenas prácticas como es COBIT 5, lo cual también es un requisito establecido en los objetivos a conseguir. Por lo tanto; en base a la información recuperada y tratada se alineará y/o adaptará para poder ser utilizada con mayor facilidad por “COBIT 5 PAM”.

Esta herramienta se utiliza, principalmente, en el “Capítulo 4” dentro de la “Sección 4.2.1.4 Incorporación de los criterios de medición de madurez anteriormente adaptados” y “Sección 4.2.1.6 Responsabilidades y prácticas de aplicación del modelo”, el “Capítulo 5” dentro de la “Sección 5.2.1 Identificación en la literatura y criterios de medición” y el “Capítulo 6” dentro de la “Sección 6.2.2 Guía de aplicación del modelo” y en la “Sección 6.2.3.7 Entrega del reporte del modelo”.

1.3.2.3 Revisión sistemática

El procedimiento realizado por la revisión sistemática de la literatura permite identificar, evaluar e interpretar la investigación disponible para responder a una pregunta de investigación, dando como resultado un grupo de estudios primarios justos y exhaustivos (Kitchenham, 2007).

En base a los estudios primario obtenidos por la revisión sistemática realizada en este proyecto de tesis, se procederá a identificar los criterios de evaluación que se consideren más pertinente y objetivos para incluirlos en el desarrollo del modelo de madurez del uso de datos espaciales en el Perú. Se completará una fila de la matriz de trazabilidad de la revisión sistemática por cada criterio seleccionado de un estudio primario (“Capítulo 5” dentro de la “Sección 5.2.1 Identificación en la literatura y criterios de medición”).

1.3.2.4 Análisis del uso de datos espaciales

En base al conocimiento obtenido del uso de datos espaciales en el gobierno electrónico y la situación del gobierno electrónico del Perú, se realizará un análisis para adaptar los criterios de medición seleccionados de la literatura e identificar qué criterios estandarizados aún no se han considerado en la literatura para proponer su uso, en el modelo de madurez a construir (“Capítulo 5” dentro de la “Sección 5.2.1 Identificación en la literatura y criterios de medición”).

1.3.2.5 “Open Data Maturity Model (OD-MM)”

“Open Data Maturity Model (OD-MM)” es un modelo utilizado en Indonesia por la compatibilidad con las características de dicho país, que prioriza la adopción del gobierno abierto en sus entidades públicas. El modelo presenta 33 variables distribuidas en los siguientes 3 dominios: establecimiento legal, perspectiva tecnológica y la perspectiva del ciudadano y empresarial, que a su vez se dividen 9 sub dominios. Además; presenta fórmulas para establecer el nivel de madurez de los dominios y la capacidad de los subdominios a evaluar; por ejemplo, la capacidad de un subdominio es igual a la sumatoria de todos los niveles de capacidades de las variables que lo integran por su peso asignado (en porcentaje). (Rahmatika et al., 2019)

Se mapeará en una matriz de trazabilidad los componentes del diseño y algunos criterios de evaluación del “Open Data Maturity Model (OD-MM)”, para definir cierta parte de la estructura y/o la fórmula de cálculo que utilizará el modelo de madurez del uso de datos espaciales que se desarrollará, pero adaptándolos hasta cierto punto a lo situación y

prioridades de las instituciones públicas del estado peruano (“Capítulo 4” dentro de la “Sección 4.2.1.4 Incorporación de los criterios de medición de madurez anteriormente adaptados”).

1.3.2.6 Balanced Scorecard (BSC)

“Balance Scorecard transforma la misión y la estrategia en objetivos e indicadores organizados en cuatro perspectivas diferentes: finanzas, clientes, procesos internos y formación y crecimiento (Kaplan & Norton, 2016)”. “Balance Scorecard; proporciona un marco, una estructura y un lenguaje para comunicar la misión y la estrategia; utiliza las mediciones para informar a los empleados sobre los causantes del éxito actual y futuro (Kaplan & Norton, 2016)”.

Los objetivos del modelo considerarán las siguientes dimensiones

- Resultados: que contiene aquellos objetivos relacionados con la ventaja estratégica que obtendría la institución pública desarrollando soluciones con datos espaciales e interoperabilidad
- Cliente: orientado al ciudadano en general
- Interna: que contiene todo lo que tendría que alcanzar la empresa para poder desarrollar soluciones con datos espaciales que otorguen valor. No incluye aspectos tecnológicos
- Innovación: en esta dimensión se promoverá alcanzar altos grados de innovación en la implementación de soluciones con datos espaciales.

Esta herramienta se utiliza, principalmente, en el “Capítulo 4” dentro de la “Sección 4.2.1.1 Objetivos del modelo”.

1.3.2.7 Metrics for Service Management

Proporciona detalles del contexto de diversas métricas organizadas siguiendo las fases del ciclo de vida del servicio de TI descrito por ITIL V3 para facilitar su interpretación, uso y medición. Se considera en la elaboración de las métricas que: funcionan de arriba abajo y que deben evaluar qué tan bien contribuyen a la cadena de valor (Brooks, 2012).

Esta herramienta se utiliza, principalmente, en el “Capítulo 4” dentro de la “Sección 4.2.1.5 Métricas del modelo”.

1.3.2.8 E-Draw

E-draw con la licencia Max es una herramienta de diagramación que permite crear y personalizar diagramas de flujo, diagramas de Venn, mapas mentales, organigramas, diagramas UML entre otros (*Edraw Max Guide*, n.d.).

Se utilizará E-draw para construir la estructura del modelo de madurez del uso de datos espaciales en estado peruano a desarrollar; de manera que se pueda visualizar completamente en una vista para facilitar su uso y comprensión (“Capítulo 6” dentro de la “Sección 6.2.1 Diagramar la representación del modelo”). Además; también podrá usarse para diagramar los procesos identificados y algunas relaciones de los componentes tecnológicos que se consideren pertinentes representar para el modelo de madurez (“Capítulo 4” dentro de la “Sección 4.2.1.3 Calificador de empresa”, “Capítulo 6” dentro de la “Sección 6.2.1 Diagramar la representación del modelo”, “Capítulo 6” dentro de la “Sección 6.2.3 Protocolo de reporte del modelo” y en la “Sección 6.2.3.7 Entrega del reporte del modelo”).

1.3.2.9 Expertos en datos espaciales de la Secretaría de Gobierno Digital “Plataforma digital única del Estado Peruano (GOB.PE)”

Portal del estado peruano (GOB.PE) con dominio “www.gob.pe” que es administrado por la Secretaría de Gobierno Digital (SEGDI), se considera el único punto de contacto entre Estado peruano y sus ciudadanos. De manera que, todas las entidades públicas deben considerar a GOB.PE como el único canal digital para publicar información de sus servicios digitales lo cual incluye migrar sus portales institucionales a GOB.PE y publicar la información de sus trámites, servicios digitales, e información institucional en GOB.PE. (Diario Oficial El Peruano, 2018b)

Se contactará con los expertos en datos espaciales en el gobierno electrónico de la plataforma para ejecutar los procedimientos y protocolos de evaluación del modelo del modelo de medición de madures del uso de datos espaciales construido en este proyecto de tesis. El experto seleccionado tiene los estudios y años de experiencia suficientes para cumplir el rol de “Profesional en Gobierno Digital, Coordinador de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú” de la “Presidencia del Consejo de Ministros del Perú” normalmente a cargo de un Ingeniero relacionado a Tecnologías de la Información con años de experiencia en el sector público (“Capítulo 7” dentro de la “Sección 7.2.1 Informe de juicio experto” y dentro de las subsiguientes secciones de la Sección 7.2.1).

1.3.2.10 Expertos en datos espaciales del “Portal de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (IDEP)”

La infraestructura de datos espaciales del Perú ofrece un geo portal (GEOIDEP) creado por el decreto supremo (Diario Oficial El Peruano, 2011a) que integra los servicios de datos espaciales ofrecidos para los proveedores y usuarios. Presenta nodos de acceso a los servicios espaciales de las instituciones públicas del estado peruano que usan datos espaciales tales como municipalidades locales, gobiernos regionales y/u organismos autónomos.

Se contactará con los expertos en datos espaciales en el gobierno electrónico de la plataforma para ejecutar los procedimientos y protocolos de evaluación del modelo del modelo de medición de madurez del uso de datos espaciales construido en este proyecto de tesis. El experto seleccionado tiene los estudios y años de experiencia suficientes para cumplir el rol de “Profesional en Gobierno Digital, Coordinador de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú” de la “Presidencia del Consejo de Ministros del Perú” normalmente a cargo de un Ingeniero relacionado a Tecnologías de la Información con años de experiencia en el sector público (“Capítulo 7” dentro de la “Sección 7.2.1 Informe de juicio experto” y dentro de las subsiguientes secciones de la Sección 7.2.1).

1.3.2.11 Entrevista y cuestionario a expertos de la Secretaría de Gobierno Digital en datos espaciales

Se procederá a mostrar y discutir los resultados del modelo de madurez del uso de datos espaciales en el estado peruano construido en este proyecto de tesis, con el o los expertos, dependiendo de la cantidad que atienda la invitación, en datos espaciales de la Secretaría de Gobierno Digital para obtener una retroalimentación si existiera alguna observación y/o mejora identificada. El cuestionario de evaluación del modelo de medición es de tipo abierto y genera un acta de conformidad de haber respondido a las preguntas críticas. Posteriormente, se presentará el modelo corregido, de ser el caso, con la intención de obtener un acta de conformidad al 100% del juicio de el o los expertos, que se interesaron en el modelo, en datos espaciales de la Secretaría de Gobierno Digital.

Capítulo 2. Marco-Legal/Regulatorio/Conceptual/otros

2.1 Objetivo del marco conceptual

El objetivo del marco conceptual es ayudar al entendimiento de los conceptos relacionados con la medición del nivel de madurez del uso de datos espaciales en el estado peruano que incluye la identificación de las plataformas e infraestructuras que los concentran y permiten su interoperabilidad, los servicios de gobierno electrónico basados en datos espaciales brindados por las entidades del estado peruano y los conceptos usados para desarrollar los modelos de madurez.

2.2 Marco conceptual

Cada concepto utilizado en el trabajo de investigación se explicará de la siguiente manera: primero se definirá el tema principal y solo cuando se requiera por fines de presentación, orden y claridad se profundizará en algunos sub temas que no son independientes porque forman parte de la explicación del concepto y en segundo lugar se presentarán los ejemplos del concepto tratado.

2.2.1 Datos abiertos

Según (van Loenen et al., 2018) menciona que “Los datos abiertos son datos a los que se puede acceder, compartir, usar y reutilizar sin ninguna barrera por cualquier tipo de usuario”. En otras palabras; los datos abiertos son una iniciativa que busca que la información esté disponible para todos, sin importar el propósito y en un formato legible por la computadora basado en estándares abiertos para poder ser utilizado por el software abierto. La mayoría de los datos abiertos están relacionadas a la administración pública, aunque pueden tratar otros temas tales como noticias o clima. (van Loenen et al., 2018); por lo tanto, son de especial interés para los sistemas de información de la administración pública.

2.2.2 Portales de datos abiertos

Portales web donde se encuentran publicados los datos abiertos de diversas fuentes formales (oficiales) e informales con sus respectivos niveles de calidad (Oviedo et al., 2015). Por ejemplo; el portal web de datos abiertos del estado peruano <https://www.datosabiertos.gob.pe/> muestra los conjuntos de datos abiertos agrupados por tema (mayoría en archivos CSV) junto con sus herramientas de visualización (ver figura 2) y descarga.

CO_...	UBIG...	DE_DEPART...	DE_PROVINCIA	DE_DISTRITO	DE_...	FLAG...	FLAG...	FLAG...
69	10303	AMAZONAS	BONGARA	CHURUJA	1	0	0	1
69	10303	AMAZONAS	BONGARA	CHURUJA	2	0	0	0
77	150110	LIMA	LIMA	COMAS	2	1	0	1
77	150110	LIMA	LIMA	COMAS	1	0	0	0

Figura 2. Herramienta de visualización del conjunto de datos abiertos “Bonos COVID-19 - MIDIS”. Imagen obtenida de (Herramienta de Visualización Del Conjunto de Datos Abiertos “Muestra de Datos – Bonos COVID-19 – [Ministerio de Desarrollo Inclusión Social -MIDIS],” n.d.).

Se puede realizar una evaluación de la calidad de los datos espaciales vistos en la figura 2 que resaltaría que son datos estructurados, presentan muchos campos que dificultan la visualización y las herramientas de explotación son sencillos filtros con lo cual se puede establecer en qué nivel ayuda a la sociedad. Una opción de evaluación alternativa es compáralo con la herramienta de visualización del portal de datos abierto de otro país por ejemplo Estados Unidos cuyo dominio es <https://www.data.gov/> que se puede ver en la figura 3.

Data ...	Start...	End ...	Condition Group	Condition	ICD1...	All a.
05/10...	02/01...	05/09...	Coronavirus-19	Coronavirus-19	U071	497
05/10...	02/01...	05/09...	Respiratory diseases		J09-J18	216
05/10...	02/01...	05/09...	Respiratory diseases	Chronic lower respiratory diseases	J40-J47	384
05/10...	02/01...	05/09...	Respiratory diseases	Adult respiratory distress syndrome	J80	852
05/10...	02/01...	05/09...	Respiratory diseases	Respiratory failure	J96	167

Figura 3. Herramienta de visualización del conjunto de datos abiertos “Conditions contributing to deaths involving coronavirus disease 2019 (COVID-19), by age group, United States”. Imágen obtenida de (Conditions Contributing to Deaths Involving Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), by Age Group, United States., n.d.)

Se observa que las características del portal de datos abiertos de Estados Unidos tiene similitudes con el portal Peruano hasta parecen utilizar el mismo sistema web (proveedor); sin embargo, la diferencia se encuentra en el tema de publicación mientras que en el portal Peruano solo se publican los bonos a las personas en el contexto del COVID 19, en el de Estados Unidos aparecen datos médicos científicos abiertos del tipo de condiciones de enfermedades previas de las personas fallecidas por COVID 19 lo que demuestra una diferencia en la política y capacidad de publicación de temas de datos abiertos de un país respecto del otro (diferentes niveles de madurez).

2.2.3 Datos espaciales

Son datos de diversos temas que se vinculan a una referencia geográfica y que representados en conjunto en formas de mapas tales como mapas de carreteras o mapas topográficos son una herramienta de ayuda para las autoridades gubernamentales (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018).

Los componentes principales de los datos espaciales son: el objeto espacial al que representa, metadatos (calidad de los datos o técnica de adquisición), datos semánticos y el estilo en que se mostrarán (Jarar Oulidi, 2019). Por ejemplo, en la figura 4 se puede ver una imagen de un metadato del Instituto Geofísico del Perú de la capa de información espacial de los sismos donde se describen los sismos que ocurrieron como en forma de un listado junto con sus características más importantes tales como fecha, latitud o longitud.

```
<wfs:FeatureCollection xmlns="http://www.opengis.net/wfs" xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
xmlns:SCTS_sismos_2013="http://ide.igp.gob.pe/sismos_2013" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs
http://ide.igp.gob.pe:80/geoserver/schemas/wfs/1.0.0/WFS-basic.xsd http://ide.igp.gob.pe/sismos_2013 http://ide.igp.gob.pe:80/geoserver/SCTS_sismos_2013/wfs?
service=WFS&version=1.0.0&request=DescribeFeatureType&typeName=SCTS_sismos_2013%3Asis_igp_2013">
  <gml:boundedBy>
    <gml:null>unknown</gml:null>
  </gml:boundedBy>
  <gml:featureMember>
    <SCTS_sismos_2013:sis_igp_2013 fid="sis_igp_2013.1">
      <SCTS_sismos_2013:geom>
        <gml:Point srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">
          <gml:coordinates xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" decimal="." cs="," ts=" " >-5.77,-75.84</gml:coordinates>
        </gml:Point>
      </SCTS_sismos_2013:geom>
      <SCTS_sismos_2013:fecha>2013/01/04</SCTS_sismos_2013:fecha>
      <SCTS_sismos_2013:hora_utc>02:14:34.91</SCTS_sismos_2013:hora_utc>
      <SCTS_sismos_2013:latitud>-5.7676</SCTS_sismos_2013:latitud>
      <SCTS_sismos_2013:longitud>-75.8358</SCTS_sismos_2013:longitud>
      <SCTS_sismos_2013:prof>40.0</SCTS_sismos_2013:prof>
      <SCTS_sismos_2013:magnitud>4.0</SCTS_sismos_2013:magnitud>
      <SCTS_sismos_2013:clasif>Superficial</SCTS_sismos_2013:clasif>
    </SCTS_sismos_2013:sis_igp_2013>
  </gml:featureMember>
  <gml:featureMember>
    <SCTS_sismos_2013:sis_igp_2013 fid="sis_igp_2013.2">
      <SCTS_sismos_2013:geom>
        <gml:Point srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">
          <gml:coordinates xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" decimal="." cs="," ts=" " >-17.44,-72.37</gml:coordinates>
        </gml:Point>
      </SCTS_sismos_2013:geom>
      <SCTS_sismos_2013:fecha>2013/01/06</SCTS_sismos_2013:fecha>
      <SCTS_sismos_2013:hora_utc>14:34:51.01</SCTS_sismos_2013:hora_utc>
      <SCTS_sismos_2013:latitud>-17.4368</SCTS_sismos_2013:latitud>
      <SCTS_sismos_2013:longitud>-72.3711</SCTS_sismos_2013:longitud>
      <SCTS_sismos_2013:prof>39.0</SCTS_sismos_2013:prof>
      <SCTS_sismos_2013:magnitud>4.5</SCTS_sismos_2013:magnitud>
    </SCTS_sismos_2013:sis_igp_2013>
  </gml:featureMember>
</wfs:FeatureCollection>
```

Describe el objeto sismo que tiene las característica fecha, hora_utc, latitud, longitud entre otras para ubicarlo en un mapa junto con el detalle de su información

Figura 4. Metadato en XML de la capa de información espacial de los sismos del Instituto Geofísico del Perú.

Los datos espaciales se representan en formato vectorial y en formato raster. El formato vectorial almacena la información espacial en forma de figuras geométricas (polígonos o líneas) y el más utilizado es el formato es el “shapefile” (shp). Por otro lado, el formato raster almacena la información geográfica como una imagen o foto y uno de los formatos más utilizados es el “DRG”. (Jarar Oulidi, 2019)

Por ejemplo: cuando se descarga un conjunto de datos espaciales en formato vectorial de un geo portal(servidor) y se busca trabajarlos en un sistema geoespacial de un cliente agregando o quitando capas según el análisis que realice, requiere que los sistemas compartan estándares y tengan información de calidad ya que de no hacerlo el resultado

del análisis sería cualquier cosa y para evitarlo una medición de la calidad de los datos se podría informar al cliente antes de realizar la descarga, se puede ver en la figura 5 cómo las coordenadas de los datos espaciales “Estaciones de peajes del 2013” descargados se enlazan perfectamente con las coordenadas de la capa de “OpenStreetMap” del sistema de gestión geoespacial “QGIS” que se necesita cuando se trabaja con un formato tipo vectorial ya que no siempre viene con la imagen del mapa adjunto sino como en este caso solo es un conjunto de puntos. En el ejemplo anterior también hay que agregar que en una evaluación la precisión del dato espacial vectorial se obtendría una buena calificación.

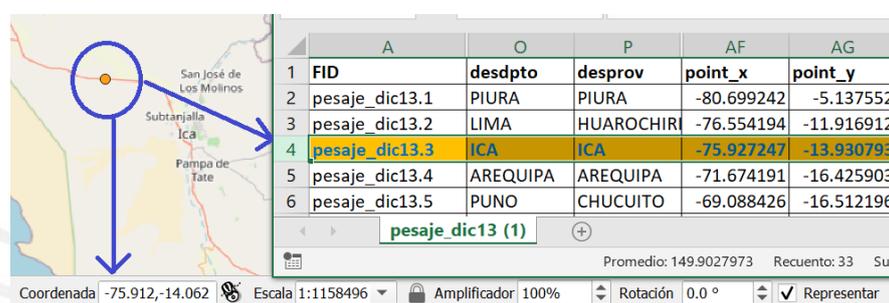


Figura 5. Conjunto de datos espaciales “Estaciones de peajes del 2013” cargado en la capa de “OpenStreetMap” del sistema de gestión geoespacial QGIS junto con su archivo CSV que describe sus características (coordenadas).

2.2.4 Datos espaciales abiertos

Consisten en la aplicación de la iniciativa de datos abiertos a los datos espaciales con el fin de abrirlos a usuarios gubernamentales o no gubernamentales; es decir, hacer que los datos espaciales estén disponibles fácilmente a una mayor cantidad de usuarios (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018). Por ejemplo; los datos espaciales de los nodos del portal de datos espaciales de Perú (<https://www.geoidep.gob.pe/>) son de acceso gratuito para visualización y descarga algunos tal como se puede ver en la figura 6; por lo tanto, se debe evaluar si realmente todos cumplen con la política de tener abiertos sus datos espaciales ya sea para la visualización, descarga y/o explotación:



Figura 6. Algunos nodos intermedios del portal de datos espaciales del Perú (<https://www.geoidep.gob.pe/>). Imagen obtenida de (GEOIDEP, 2020).

2.2.5 Interoperabilidad de sistemas

En un flujo de información que permite a las organizaciones comunicarse con sus clientes internos y externos; además presenta cuatro aspectos básicos:

- Interoperabilidad técnica: prepara a los componentes hardware, software e infraestructura en general para el intercambio de información.
- Interoperabilidad sintáctica: se encarga de los formatos de datos utilizados en el protocolo de comunicación (por ejemplo, html y xml)
- Interoperabilidad semántica: garantiza el significado universal de la información intercambiada.
- Interoperabilidad organizacional: modela a los procesos organizacionales para que estén preparados para intercambiar información.

(Kubicek et al., 2011).

Por ejemplo:

- La Plataforma de Intercambio del Estado (PIDE) es una infraestructura tecnológica que permite la implementación de servicios públicos y el intercambio de información digital (Diario Oficial El Peruano, 2011b). Por lo tanto si se deseará medir el impacto de los datos espaciales en las entidades públicas usando estadísticas (Van der Wal, 2018) se podría utilizar los registros de la PIDE que muestren la cantidad de servicios web utilizados que intercambia datos espaciales y las instituciones que más o menos consumen datos espaciales en un periodo de tiempo (día, mes o año)

que complementen con otros indicadores el nivel de madurez del uso de datos espaciales que evidenciarían la necesidad de realizar o no alguna mejora.

- La Autoridad Nacional del Agua (ANA) que tiene un inventario de los glaciares del Perú desea calcular su riesgo de contaminación, puede requerir como entrada para su proceso recibir el dato de los lugares donde opera la minería ilegal en el Perú brindado por El Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP) y si se diera el caso de que el SERNANP tiene otro significado de minería ilegal entonces el dato brindado a la ANA no sería correcto ya que podría identificar lugares que no se encuentran cercanos a los glaciares que intenta proteger, lo cual conllevaría a asignar un nivel de riesgo de contaminación distinto del real.

2.2.6 Infraestructura de datos espaciales

La infraestructura de datos espaciales (conocido por sus siglas en español como IDE y en inglés SDI) son un conjunto gobernado de componentes organizativos y tecnológicos que coordinadamente facilitan el acceso y uso de los datos espaciales a las partes interesadas a nivel local, nacional, regional o global. Tradicionalmente los principales componentes son normas y estándares de interoperabilidad, políticas, tecnologías de la información y conjuntos de datos espaciales. (Jarar Oulidi, 2019)

Sin embargo; las iniciativas actuales tales como los datos abiertos, los cambios tecnológicos constantes y los cambios sociales proponen nuevos desafíos al gobierno tradicional de las IDE que deberá solucionar (Schade et al., 2020).

En lo concerniente a las normas y estándares de interoperabilidad de la IDE se sabe que algunos de los principales organismos internacionales que busca solucionar los problemas de interoperabilidad mediante estándares y normas son el Open Geospatial Consortium (OGC) en lo que se refiere a los servicios web y World Wide Web Consortium (W3C) en lo que se refiere al formato del archivo compartido por los servicios web (XML). La mayoría de los servicios principales de la IDE son los servicios web; por lo tanto, tendrá que lidiar con los estándares de la OGC tales como Web Map Service (interfaz hacia la adquisición de mapas digitales) o Web Feature Service (opera junto con el Web Map Service para complementar el mapa obtenido con objetos geográficos adicionales). (Jarar Oulidi, 2019)

Por otro lado; las tecnologías de la información clásicas de una IDE son un sistema de información geográfica que permite el procesamiento (almacenamiento, modelamiento),

análisis y visualización de los diferentes tipos de datos espaciales y las bases de datos espaciales que estructuran los datos espaciales para su almacenamiento (Jarar Oulidi, 2019). Existen versiones de libres de dichas tecnologías de la información; por ejemplo, servidor web “Geoserver” utilizado por (Zhu et al., 2016) y la base de datos PostGIS utilizado por (Dessi et al., 2016).

Además; uno de los sistemas web principales con los que se inicia el funcionamiento de la IDE es el geo portal considerado como el nodo central en la red de intercambio web de información espacial (Dawidowicz & Zrobek, 2016). Por ejemplo; uno de los componentes tecnológicos importantes de la infraestructura de datos espaciales del Perú (IDEP) es su geo portal <https://www.geoidep.gob.pe/> en el cual se pueden encontrar los datos espaciales que gestiona y las herramientas para visualizarlos y explotarlos. Una evaluación del geo portal del IDEP brindará una calificación sobre su utilidad para la sociedad se puede ver en la figura 7 el visor del mapa digital presentado en el geo portal del inventario de glaciares del Perú perteneciente a Autoridad Nacional del Agua que presenta funciones básicas más no analíticas.

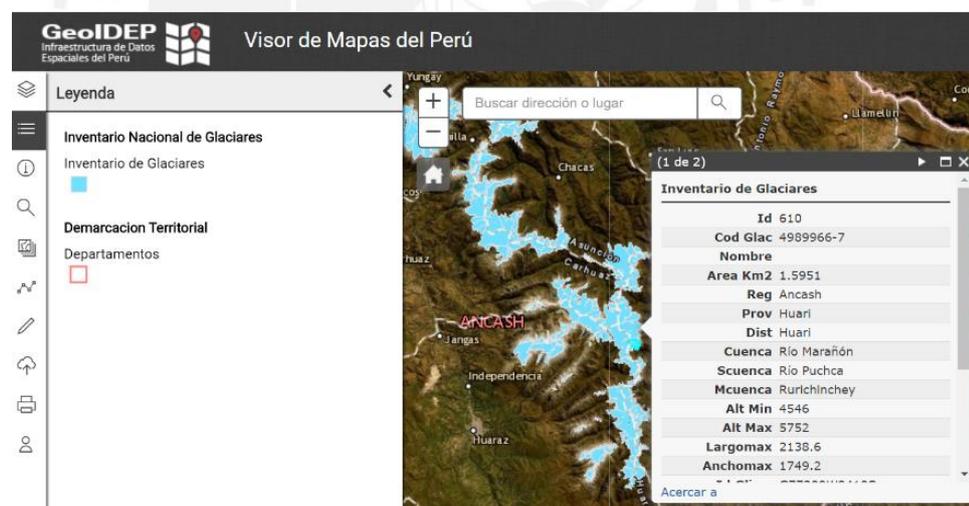


Figura 7. Visor del mapa digital del inventario de glaciares del Perú. Imagen obtenida de (Visor Del Mapa Digital Del Inventario de Glaciares Del Perú., n.d.).

El enfoque tradicional de la IDE debe adaptarse en mayor medida a los nuevos cambios tales como; la iniciativa de datos abiertos que permitirá el acceso de datos espaciales a una mayor cantidad de personas y/o instituciones para satisfacer su proceso de toma de decisiones, aunque presenta los siguientes problemas: cada entidad tiene un significado diferente de lo que es la apertura de los datos de acuerdo a sus intereses que son dinámicos lo que conllevaría a tener una estructura de gobierno flexible; la heterogeneidad semántica es una barrera al momento de compartir y usar datos espaciales de diversas fuentes y la

capacidad educativa presente en las IDEs que facilitará a los usuarios presentes y futuros la obtención de habilidades y conocimientos para utilizar los datos espaciales en su toma de dediciones. (Schade et al., 2020)

El IDEP proporciona servicios web WFS y WMS abiertos y gratuitos, que brindan datos espaciales abiertos a los usuarios, que dependiendo de su capacidad educativa y tecnológica del uso de tecnologías de la información geográfica podrán beneficiarse, para satisfacer sus intereses particulares (heterogeneidad de interese y usos). Por ejemplo; si se desea saber qué departamentos en el Perú tienen un aeropuerto con fines logísticos, se podría entrar al servicio WFS del Ministerio del Ambiente y copiar el enlace WFS del servicio “ServicioBase:Aeropuertos” (ver figura 8).



Figura 8. Servicio WFS del Ministerio del Ambiente. Imagen obtenida de (*Servicios de Descarga WFS del Ministerio del Ambiente, n.d.*).

Posteriormente, obtenidos los datos se facilita su almacenamiento en una base de datos geográfica local para realizar consultas SQL particulares y obtener de esta manera de la capa departamentos, aquellos que tienen uno o más aeropuertos, tal como se muestra en la figura 9 donde los departamentos en azul, son los que tienen asignado uno o más aeropuertos; adaptado y basado de los videos educativos de (Lembo, 2020a) que muestran el uso de tecnologías espaciales abiertas y libres con datos espaciales de Estados Unidos.

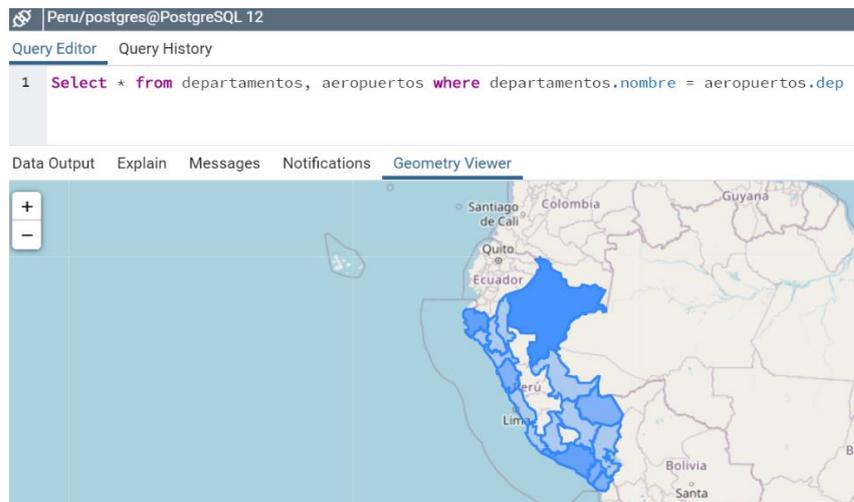


Figura 9. Consulta SQL en el software libre “PostGIS”

Otra posibilidad de uso de los datos espaciales abiertos del Perú es, que luego de extraerlos del IDEP por medio de sus servicios web, publicarlos en otro servidor web (incluso de otro proveedor) que brinde, un diseño específico y otras funcionalidades de análisis y uso para crear, por ejemplo, nuevos mapas para diversos fines. De esta manera, utilizando los datos espaciales abiertos del Ministerio del ambiente, se pueden obtener los centros poblados en el Perú y publicarlos en un servidor web local, tal como se muestra en la figura 10, utilizando el servidor abierto “GeoServer”; adaptado y basado de los videos educativos de (Lembo, 2020b) que muestran el uso de tecnologías espaciales abiertas y libres con datos espaciales de Estados Unidos.

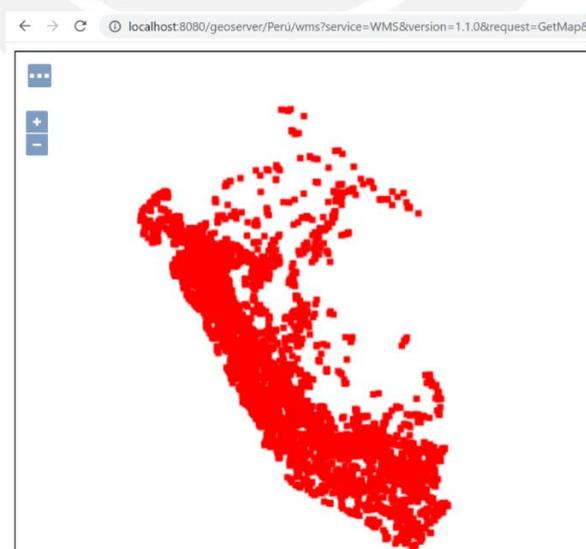


Figura 10. Centros poblados del Perú, publicados en servidor web “GeoServer”

De esta manera, se muestra como los datos espaciales de un país, en este caso el Perú, que siguen la iniciativa abierta, muestran una gran cantidad de combinaciones de uso dependiendo solamente de las capacidades y los fines del usuario. Sin embargo, dicha posibilidad disminuye cuando los datos espaciales; por ejemplo, no tienen la calidad esperada, tienen significados distintos, no se encuentran publicados o los usuarios no tienen las capacidades necesarias para usarlos.

Otro punto de interés a tomar en cuenta son las iniciativas por hacer IDE(s) a nivel regional, continental e incluso global para tener en consideración más datos espaciales al momento de tomar una decisión tales como la directiva INSPIRE en Europa que busca tener una infraestructura de datos espaciales de los países miembros de la Unión Europea (Dawidowicz & Zrobek, 2016).

Todos esta iniciativas recientes adecuadamente atendidas por una infraestructura de datos espaciales madura brindarán la posibilidad de crear más negocios innovadores ,principalmente relacionados al área de las tecnologías de la información; por ejemplo, una empresa desarrolladora de sistemas de prevención de desastres que ayude a aumentar la capacidad de la continuidad de negocios de sus clientes trabaja con los datos espaciales de las emergencias viales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones ubicados en el geo portal del IDEP (<https://www.geoidep.gob.pe/>) ver figura 11.

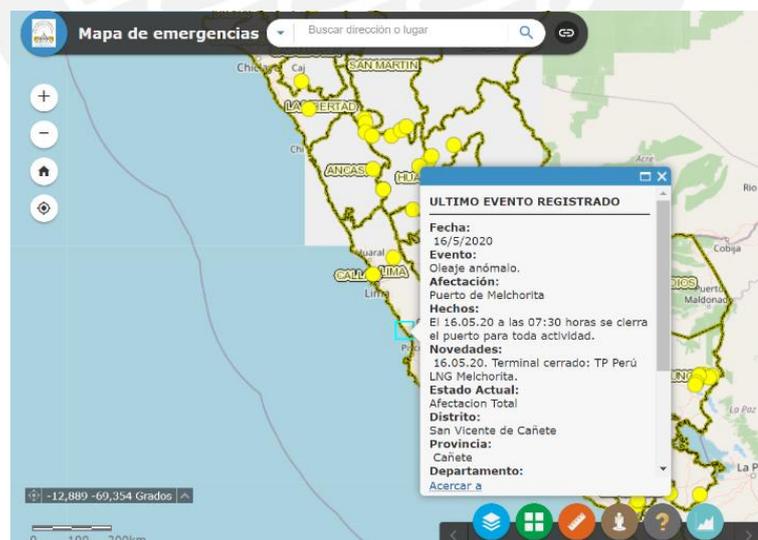


Figura 11. Visor del mapa digital emergencias viales del Perú. Imagen obtenida de (Mapa de Emergencias, *n.d.*).

Aprovechando su experiencia en temas similares y dada la circunstancia actual se enmarca en un proyecto para realizar un aplicativo para los ciudadanos que determine la

tasa de infección de COVID-19 en los lugares cercanos a su vivienda (super mercados de su distrito, entre otros). Por lo tanto, buscará los datos espaciales de los infectados de COVID-19 en el geo portal peruano, pero al no encontrarlos tendrá que perder tiempo y recursos en ubicarlos en un portal externo del Ministerio de Salud que al no estar estandarizado le aumentará riesgos a su proyecto tales como problemas al momento de saber la licencia de uso, la tecnología de interoperabilidad que utiliza, la calidad de los datos y/o la robustez del portal externo. La situación sería diferente si se tendría antes el nivel de madurez de la integración de los datos espaciales abiertos oficiales del gobierno peruano en la IDEP para así ponderar mejor los riesgos y beneficios de iniciar su nuevo proyecto. Además; si existiera una infraestructura oficial de datos espaciales abiertos y estandarizados en toda América del Sur, la aplicación de la identificación de la tasa de infección por COVID-19 en los lugares públicos que se propone, podría ser utilizada por cualquier ciudadano de este continente, cambiando solamente el enlace al servicio web del país o ciudad correspondiente.

2.2.7 Niveles de madurez

Establece en base a las capacidades individuales de un grupo de procesos agrupados por áreas que dependen del sector en donde opera la organización, el nivel de acción y/o cuota del área evaluada para la obtención de los beneficios esperados y puede clasificarse como básica, gestionada, estandarizada u optimizada (Chrissis et al., 2012c).

Se puede establecer el nivel de madurez en el uso de datos espaciales abiertos (área) en un estado (Boersma, 2018); por ejemplo se analizan los siguientes dos casos:

- Se aplicó un modelo de evaluación del uso de datos abiertos en Suecia cuyo diagnóstico encontró las diferencias entre lo que desea y lo hallado. Algunos aspectos relevantes son que los conjuntos de datos espaciales solo están disponibles en su idioma lo que le quita universalidad, no se trabaja con productores de información que no sean autorizados por el estado, el tipo financiación encontrada fuerza la no apertura completa y los portales web no proporcionan estadísticas relacionadas al uso de los conjuntos de datos espaciales lo cual impide medir su impacto. Por lo tanto; se evidencia que para obtener un mayor uso de datos abierto espaciales se deben superar los problemas diagnosticados en su nivel de madurez del uso de datos espaciales abiertos. Además, se detalla que la evaluación desarrollada podría ser más útil si se mejoraran temas tales como considerar a

varios conjuntos de datos espaciales en la prueba y otro método de medir el impacto en la sociedad. (Van der Wal, 2018)

- Utilizando un modelo de evaluación de datos espaciales abiertos se estableció que el nivel de madurez de la infraestructura de datos espaciales abiertos de Croacia es bajo y lo cual ayuda a estimar que no tiene posibilidades futuras cercanas de poder brindar datos espaciales abiertos. Muchas de las causas principales del hallazgo se deben a que la mayoría de los conjuntos de datos no se pueden descargar, existen barreras para ser considerado un productor de datos si no se pertenece al sector público, la documentación está en croata (resta universalidad) y no hay registros estadísticos del uso de sus datos espaciales en sus portales. Por lo tanto, entre otras cosas se resalta la importancia de utilizar un método alternativo de medición del impacto de los datos espaciales en la sociedad. (Boersma, 2018)

2.2.8 Gobierno Electrónico

Uso de las tecnologías de información tales como el internet para brindar servicios de gobierno (públicos) a la comunidad compuesta por los ciudadanos, empresas y otras agencias de gobierno con el fin de mejorar la eficiencia y eficacia. Básicamente se determinan cuatro etapas de gobierno electrónico. La primera etapa es la presencia con un portal web que solo informa y muestra el catálogo de servicios gubernamentales de una institución pública. La segunda etapa es la transacción que permite a los ciudadanos llenar formularios para completar transacciones que se vean reflejadas en las bases de datos de las instituciones estatales y a partir de esta etapa el tema de seguridad de la información se vuelve una preocupación constante. La tercera fase es la integración vertical que busca que las instituciones relacionadas a un mismo sector puedan intercomunicar sus bases de datos para que el ciudadano no tenga que repetir el trámite en todas las otras instituciones del área. Por último; la cuarta etapa trata de la integración horizontal donde la interoperabilidad llega a su máximo nivel al gestionar adecuadamente una transacción hecha en una institución pública con todas las bases de datos de las demás instituciones estatales, donde los cambios organizativos (estructuras organizativas y procesos gubernamentales) más que los tecnológicos son el principal problema. (Karen Layne, 2001)

Ejemplos de servicios de gobierno electrónico en el Perú:

- La secretaria de gobierno digital del Perú es la autoridad máxima del gobierno digital del país que busca mediante el uso de tecnologías de la información y los datos gubernamentales crear mayor valor público (Diario Oficial El Peruano, 2018a). Uno

de sus objetivos es lograr la interoperabilidad de los sistemas públicos (Diario Oficial El Peruano, 2018a) para lo cual necesita saber su estado; por lo tanto, un modelo de madurez del uso de datos espaciales le permitirá evaluar la interoperabilidad de la infraestructura nacional de datos espaciales respecto al uso de datos espaciales en el país para planear mejoras organizativas, tecnológicas o políticas que correspondan.

- Uno de los pilares que debe tener una ciudad bien desarrollada para ser considerada una ciudad inteligente es tener un alto nivel de madurez en el uso de sus datos espaciales (Kim et al., 2019); por lo tanto, alcanzarlo mediante una ruta presente en un modelo de madurez del uso de datos espaciales abiertos, facilitaría al país poder aumentar su nivel en el área y conllevará desarrollar ciudades inteligentes en el futuro.

2.2.9 Servicio de TI

Utilizando la definición de ITIL 4, un servicio de TI es una configuración de los recursos y capacidades que el productor (creador) del servicio ofrece a un consumidor del servicio (quién recibe el servicio) para satisfacer sus necesidades y bajo un acuerdo de consumo especificado. Las actividades internas para producir el servicio deben ser guiadas por la creación de valor; es decir, por la cadena de valor que permite brindar un producto o conjunto de productos en forma de un servicio único que satisfaga las necesidades de una gran parte de sus interesados (clientes, usuarios, proveedores). Se resalta que la creación de valor que tendrá el servicio depende de las capacidades y recursos tanto internas como externas (obtenidas de sus proveedores) para brindarlo. (Van Haren Publishing, 2019)

Ejemplos de servicios de TI aplicadas al Estado Peruano:

- Uno de los servicios del portal web <https://www.gob.pe/> ofrece es infórmate sobre el voto electrónico e incluso incluye un simulador educativo para disminuir la posibilidad de equivocarte a la hora de votar. Si se tuviera un nivel de madurez alto en el uso de datos espaciales este podría agregarse al voto electrónico para convertirlo en un dato espacial de manera que pueda servir para fines de auditoría democrática por ejemplo al contrastar la cantidad de votantes hábiles en una ciudad contra los registrados por el sistema de voto electrónico en ese lugar. De manera que cada servicio al verificar una parte del proceso aumente el valor obtenido por el ciudadano y la comunidad con la finalidad de hacer posible el voto electrónico transparente a nivel nacional.

- El portal <https://www.gob.pe/> informa sobre la aplicación “AylluDamos” que puede ser descargada solo por los ciudadanos de Trujillo y Chiclayo, recolecta alertas en tiempo real sobre huaicos e inundaciones registradas por los ciudadanos. Los datos espaciales en este caso están representados por las alertas; de esta manera el nivel de calidad de los datos espaciales utilizados por este servicio de aplicativo definirá si se obtienen buenos o malos resultados (equilibrio riesgo y beneficio). Por lo tanto, el servicio de aplicativo podría considerar controles extra si tuviera una idea del nivel de madurez de los datos espaciales abiertos en el Perú.

2.2.10 Modelo

Es una simplificación de la realidad de manera coherente, compuesto por variables y sus relaciones con el fin de entender y analizar el un funcionamiento de un sistema; además, existen varios tipos de modelo tales como modelos computacionales, modelos actividad (actividades de los procesos) o modelos de relación (Alemán Castilla & Gonzáles Zavaleta, 2003).

Ejemplos de aplicaciones de modelos:

- COBIT 2019 es un marco del gobierno y gestión de las tecnologías de la información (T. I) en una organización que define los componentes del gobierno (por ejemplo; procesos, estructuras organizativas e infraestructura), los factores de diseños (por ejemplo; estrategia empresarial y el perfil de riesgo) que afectan al gobierno de T.I y agrupa a los componentes de gobierno dentro de los objetivos de gobierno y gestión según su nivel de capacidad para facilitar la toma de decisiones. (ISACA, 2018). En general, el marco COBIT 2019 agrupa la gran mayoría de las mejores prácticas de gobierno y gestión que una organización debería adoptar principalmente en su área de TI, en forma de procesos de TI. Las infraestructuras de datos espaciales abiertos debido a su complejidad se pueden analizar por medio de modelos de TI, desarrollados en términos de los procesos de COBIT 2019 para facilitar su medición objetiva. De manera, que se pueda ejecutar con mayor facilidad el modelo de capacidades de COBIT 2019 para evaluar el estado actual de los procesos de TI de una infraestructura de datos espaciales abiertos.
- CMMI proporciona una estructura basada en objetivos de procesos, procesos, niveles de capacidad de los procesos y niveles de madurez de un área de procesos con el fin de incrementar el beneficio global de la organización que lo adopte

(Chrissis et al., 2012a, 2012b, 2012c). Para mejorar las capacidades de los procesos de TI implicados en la gestión y gobierno de las infraestructuras de datos espaciales abiertos, se pueden modelar utilizando las funciones establecidas por CMMI, lo que permitirá conocer su estado actual de madurez y saber hacia dónde deben ir en el futuro.

2.3 Marco Legal/Regulatorio

Se presentará un resumen de las normas legales y regulatorias aplicables a este proyecto de tesis.

2.3.1 Decreto Supremo N° 133-2013-PCM – Establecimiento del acceso e intercambio de información espacial entre entidades de la Administración Pública

Regula a las entidades públicas que utilicen, produzcan o financien la producción de datos espaciales. Establece que el intercambio de los datos espaciales de las instituciones mencionadas se hará mediante servicios web o links de descarga de las capas de información que gestionen; además, establece que deben promover el desarrollo de sus infraestructuras de datos espaciales para el intercambiar de sus datos espaciales. También define los lineamientos donde se resalta que el intercambio entre entidades públicas será gratuito por medio de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (IDEP) cuyo portal es www.geoidep.gob.pe y estarán a cargo de la secretaria de gobierno digital (ex ONGEI), entidades usuarias deberán consumir la información solo para sus mapas temáticos de acuerdo a las licencias de uso adjuntas y citar la fuente de origen y los productores de información deberán proporcionar los metadatos de los datos espaciales. Por otro lado; se detalla que existen datos espaciales críticos como los usados en la Gestión del Riesgo de Desastre y Formulación de proyectos de inversión pública y que las directivas del portal www.ccidep.gob.pe definirán los procedimientos para registrar y solicitar los servicios web en la IDEP. (Diario Oficial El Peruano, 2014a)

2.3.2 Resolución Ministerial N° 241-2014-PCM – Aprobación de la Directiva N° 001-2014-PCM/ ONGEI

Aprueba la Directiva N° 001-2014-PCM/ ONGEI, “Directiva sobre Estándares de Servicios Web de Información Georreferenciada para el Intercambio de Datos entre Entidades de la Administración Pública” (Diario Oficial El Peruano, 2014b).

2.3.3 Directiva N° 001-2014-PCM/ ONGEI - “Directiva sobre Estándares de Servicios Web de Información Georreferenciada para el Intercambio de Datos entre Entidades de la Administración Pública”

Presenta información técnica que detalla los estándares y procedimientos alineados a OGC y Comité Técnico ISO/TC-211 para implementar los servicios web de intercambio de datos espaciales prescritos en el Decreto Supremo 133-2013-PCM. Se resalta las siguientes características técnicas:

- Campos mínimos de los servicios: El servicio web deberá tener el identificador del servicio, código censal de la unidad administrativa y los datos de carácter público siempre que no pongan en riesgo la seguridad de la información.
- Tipos de servicios web estándares de intercambio de datos espaciales deberán implementar: Servicio de localización (CSW), Servicio de visualización (WMS Y WMTS) y Servicio de descarga (WFS Y WCS); cada uno de estos servicios depende del tipo de datos espacial usado que puede ser vectorial o imágenes ráster.

(Diario Oficial El Peruano, 2014b)

2.3.4 Decreto Supremo N° 069-2011-PCM - Creación del Portal de la Información de Datos Espaciales del Perú (GEOIDEP)

Establece crear el Portal de la Información de Datos Espaciales del Perú (GEOIDEP) como un sistema web que ofrecerá acceso a datos, servicios y aplicaciones de datos espaciales de las instituciones del sector público y privado que generen y usen datos espaciales (mapas cartográficos). El portal GEOIDEP tiene por objetivos integrar el uso de datos espaciales, concientizar sobre los beneficios de utilizar los datos espaciales nacionales para tomar mejores decisiones por parte de las instituciones públicas, apoyar el desarrollo de los nodos nacionales que se desean integrar al portal (nodo principal) y visualizar los datos espaciales. Funciones principales del portal GEOIDEP:

- Estandarizar los catálogos, servicios y aplicaciones de datos espaciales.
- Promover la integración y desarrollo de los nodos de las entidades nacionales (producen y usan datos espaciales) para convertirse en el nodo integrador (rol).

(Diario Oficial El Peruano, 2011a)

2.3.5 Resolución Ministerial N° 325-2007-PCM – Creación del Comité Coordinador permanente de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (CCIDEP)

Se crea el Comité Coordinador permanente de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (CCIDEP) con el objetivo de promover y coordinar el desarrollo, intercambio y el uso de datos y servicios espaciales a nivel nacional. Las lineales de acción del CCIDEP se pueden resumir en los siguientes temas: establecer un sistema de interoperabilidad de datos espaciales en el Perú (implica) y promover el financiamiento para mejorar a la IDEP. Las funciones del CCIDEP principalmente son: elaborar políticas y estrategias relacionadas al IDEP, establecer mecanismos de interoperabilidad institucional y aumentar la transparencia, eficiencia y eficacia permitiendo que las instituciones públicas tengan usen datos espaciales. (Diario Oficial El Peruano, 2007)

2.3.6 Ley N° 27658 – Ley Marco de Modernización de la Gestión del Estado

Se declara al Estado peruano en proceso de modernización en sus instancias, dependencias, entidades, organizaciones y procedimientos para mejorar la gestión pública. Artículos más importantes para tratar de manera resumida son:

- Artículo 4: Proceso de modernización del Estado peruano busca obtener una mayor eficiencia y una mejor atención al ciudadano.
- Artículo 5: Se busca priorizar el desarrollo social de los sectores menos favorecidos, acuerdos compartidos entre la sociedad civil y las fuerzas políticas, mayor eficiencia en la utilización de los recursos con énfasis en eliminar la duplicidad o superposición de competencias.
- Artículo 6: Criterios para el diseño y estructura de la Administración Pública más relevantes para el trabajo de investigación son que las instituciones públicas no deben duplicar sus funciones y que debe prevalecer el principio de especialidad para integrar las funciones y competencias afines.

(Diario Oficial El Peruano, 2002)

2.3.7 Decreto de Urgencia N° 006-2020 – Crea el Sistema Nacional de Transformación Digital

Crea el Sistema Nacional de Transformación Digital que se entiende tal como lo explica el artículo 3 como “el proceso continuo, disruptivo, estratégico y de cambio cultural que se

sustenta en el uso intensivo de las tecnologías digitales, sistematización y análisis de datos para generar efectos económicos, sociales y de valor para las personas”. En resumen su finalidad (artículo 5) es fomentar e impulsar la transformación digital en las entidades públicas, impulsar la innovación digital y fortalecer el acceso y la inclusión a las tecnologías digitales en el país, pero manteniendo la confianza digital para el bienestar social y económico del país. Se establece también; que el Sistema Nacional de Transformación Digital sustituirá al Sistema Nacional de Informática (referenciado en las regulaciones pasadas relacionadas). (Diario Oficial El Peruano, 2020a)

2.3.8 Decreto N° 007-2020 – Aprueba el Marco de Confianza Digital y dispone medidas para su fortalecimiento

Establece que se deben tomar medidas para garantizar la confianza de las personas en su interacción con los servicios digitales prestados por las entidades públicas y organizaciones del sector privado en el Perú. En el artículo 4.1 se define que el marco de confianza digital debe gestionar la protección de los datos personales y transparencia, los datos del consumidor y la seguridad digital. Así mismo se crea el centro nacional de seguridad digital que gestiona la seguridad digital y representa el equipo de respuesta a incidentes de seguridad digital nacional; además se crea el registro nacional de incidentes de seguridad digital que mantiene la información sobre los incidentes de seguridad digital reportado por los proveedores de servicios digitales en el Perú. El artículo 12.1 es importante en relación a los datos personales, biométricos y espaciales ya que establece que las entidades públicas y privadas que los utilicen como activo estratégico consideren en su tratamiento el uso ético y transparente, los riesgos que implica y el cumplimiento de la normativa de protección de datos personales. (Diario Oficial El Peruano, 2020b)

Capítulo 3. Estado del Arte

3.1 Introducción

Se realizará una revisión sistemática de la literatura de acuerdo con Kitchenham (2007) para obtener el estado del arte del proyecto basada en el análisis de la literatura publicada.

3.2 Objetivos de revisión

La revisión sistemática presentada tiene los siguientes objetivos de revisión:

- Comprender y conocer los diferentes modelos de evaluación del uso de datos espaciales y/o datos abiertos
- Conocer casos de aplicación tecnológicos de datos espaciales y/o datos abiertos en los gobiernos.
- Identificar los beneficios de tener un gobierno abierto maduro.
- Desconsiderar proyectos de aplicaciones de datos espaciales que no se han aplicado en un gobierno particular o no tenga una aplicación directa.

3.3 Preguntas de revisión

Se utilizarán los criterios de PICOC para estructurar las preguntas de investigación (Kitchenham, 2007) las cuales se observan en la tabla 9.

Tabla 9. Criterios de PICOC

CRITERIOS DE PICOC	DESCRIPCIÓN
Población	Implementaciones y/o modelos de datos espaciales o datos abiertos espaciales
Intervención	Marcos o Modelos de madurez basados en CMMI que midan el uso de soluciones o aplicaciones de datos espaciales aplicada a gobierno electrónico.
Comparación	No aplica
Resultados	Marcos o Modelos de madurez basados en CMMI que midan uso de datos espaciales en gobierno electrónico.
Contexto	Marcos o Modelos de madurez basados en CMMI que midan el uso de soluciones o aplicaciones de datos espaciales en el período [2015-2020]

A continuación, se mostrarán las preguntas de investigación formuladas:

- P1. ¿Qué modelos para la medición del nivel de madurez en el uso de datos espaciales existen en la actualidad?
- P2. ¿De qué manera los datos espaciales son usados en el gobierno electrónico?
- P3. ¿De qué manera la medición del nivel de madurez en el uso de datos espaciales contribuye al mejoramiento del gobierno electrónico?

3.4 Estrategia de búsqueda

Se empieza con búsquedas generales en cada base de datos para luego proceder a acotarlas, pero sin filtrar demasiado.

3.4.1 Motores de búsqueda a usar

Las bases de datos donde se realizará la búsqueda según la recomendación del asesor de tesis son las siguientes:

- SCOPUS
- IEEE
- SPRINGER

3.4.2 Cadenas de búsqueda a usar

Se usarán una combinación de las palabras claves y sus sinónimos que representan a cada uno de los valores de los criterios de PICOC del proyecto como se puede ver en la tabla 10.

Tabla 10. Palabras claves y sus sinónimos clasificados según los valores de los criterios de PICOC del proyecto

VALORES DE LOS CRITERIOS DE PICOC	DESCRIPCIÓN
Modelos de uso de datos espaciales:	Spatial data, geographic information system, gis, national spatial data infrastructure, spatial data infrastructure, spatial services, open data
Modelos de madurez basados en CMMI:	maturity level, capability maturity model, maturity model
Aplicaciones de gobierno electrónico en el mundo entre los años 2015 al 2020:	electronic government, e-governance, e-gov, e-health, e-justice, e-procurement, e-business, epidemic, benefits government

Finalmente se utiliza una combinación de las palabras clave junto con los operadores lógicos “and” y “or” para obtener las cadenas de búsqueda de la literatura que se muestran en la tabla 11.

Tabla 11. Cadenas de búsqueda usadas en las bases de datos

Bases de Datos	Cadenas de Búsqueda
SCOPUS	(TITLE-ABS-KEY (open AND spatial AND data AND maturity AND level AND "spatial data" OR "open government" OR "open spatial data infrastructure" OR "spatial data infrastructure") OR TITLE-ABS-KEY ("national spatial data infrastructure" AND benefits AND government) OR TITLE-ABS-KEY ("geographic information system" AND "maturity level") OR TITLE-ABS-KEY ("national spatial data infrastructure" AND "maturity level") OR TITLE-ABS-KEY ("open data" AND e-government AND "geographic information system") OR TITLE-ABS-KEY (open AND data AND e-government AND "spatial data") OR TITLE-ABS-KEY ("Geospatial open data")) AND DOCTYPE (ar OR cp) AND PUBYEAR > 2014
IEEE	((((("All Metadata":open spatial data maturity level AND "spatial data" OR "open government" OR "open spatial data infrastructure" OR "spatial data infrastructure") OR "All Metadata":national spatial data infrastructure" AND benefits government) OR "All Metadata":geographic information system" AND "maturity level") OR "All Metadata":national spatial data infrastructure" AND "maturity level") OR "All Metadata":open data" AND e-government AND "geographic information system") OR "All Metadata":open AND data AND e-government AND "spatial data") OR "All Metadata":Geospatial open data")
SPRINGER	(open AND spatial AND data AND maturity AND level AND "spatial data" AND (e-government OR "open government" OR "open spatial data infrastructure" OR "spatial data infrastructure")) OR ("national spatial data infrastructure" AND benefits AND government) OR (" geographic information system" AND "maturity level") OR ("national spatial data infrastructure" AND "maturity level") OR ("open data" AND e-government AND "geographic information system") OR (open data e-government AND "spatial data") OR ("Geospatial open data")

Los documentos encontrados sin repetir en las bases de datos con cada cadena de búsqueda se muestran en la tabla 12.

Tabla 12. Documentos encontrados en cada base de datos (cadenas de búsqueda).

Bases de Datos	Artículos
SCOPUS	21
IEEE	205
SPRINGER	226
TOTAL	452

3.4.3 Documentos encontrados

La cantidad de documentos clasificados según la pregunta de investigación que mejor responden **después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión** se puede ver en la Tabla 13.

Tabla 13. Documentos encontrados clasificados por la pregunta de investigación

Bases de Datos	Preguntas de Investigación			Documentos Diferentes
	P1. ¿Qué modelos para la medición del nivel de madurez del uso de datos espaciales existen en la actualidad?	P2. ¿De qué manera los datos espaciales son usados en el gobierno electrónico?	P3. ¿De qué manera la medición del nivel de madurez en el uso de datos espaciales contribuye al mejoramiento del gobierno electrónico?	
SCOPUS	4	6	5	11
IEEE	6	7	0	13
SPRINGER	4	4	0	8
Total	14	17	5	32

3.4.4 Criterios de inclusión/exclusión

Los artículos encontrados en cada una de las bases de datos serán filtrados en función de los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión:

- El estudio presenta un caso de uso o aplicación de datos espaciales o datos abiertos espaciales.
- El estudio presenta un caso de aplicación de datos espaciales orientado a gobierno electrónico.

- El estudio presenta un marco o modelo para medir el nivel madurez en el uso de datos espaciales en gobierno electrónico.
- El estudio compara cuantitativa o cualitativamente el nivel de uso de datos espaciales en gobierno electrónico entre instituciones de un mismo país o de una región.
- El estudio presenta una evaluación cuantitativa y/o cualitativa y/o un marco o modelo de datos abiertos y/o gobierno abierto que ayude a medir el uso de datos espaciales en el gobierno electrónico
- Idioma inglés y español.
- Estudio es un artículo, publicación de una conferencia y/o capítulo de un libro.

Criterios de Exclusión:

- El estudio no se encuentra en el rango de años [2015-2020] utilizado para ser considerado un trabajo reciente; además de ser señalado por los profesores del curso.
- El estudio no presenta un caso de aplicación de datos abiertos o espaciales orientado a gobierno electrónico.
- El estudio no presenta claramente un marco o modelo de madurez en el uso de datos espaciales a nivel de gobierno electrónico.
- El estudio no realiza ninguna comparativa cuantitativa o cualitativamente del nivel de uso de datos espaciales en gobierno electrónico entre instituciones de un mismo país o de una región.
- El estudio solo presenta un resumen del tema de la conferencia y sus participantes.
- El estudio no presenta una evaluación cuantitativa y/o cualitativa y/o un marco o modelo de datos abiertos y/o gobierno abierto que ayude a medir el uso de datos espaciales en el gobierno electrónico
- Estudio no es un artículo, publicación de una conferencia y/o capítulo de un libro.

3.5 Formulario de extracción de datos

Se desarrolló un formulario de extracción de datos que incluye todas las preguntas de investigación y se aplicará a cada uno de los documentos seleccionados (tabla 14).

Tabla 14. Encabezado del formulario de extracción de datos

Campo	Descripción	Pregunta
Id	Identificador del documento	Generales
Título		
Autores		
Tipo de fuente	Revista, artículo, capítulo de un libro	
Fuente	Nombre de la revista, artículo, capítulo del libro	
Año de publicación		

Estándares, normas o buenas prácticas que utilizan las infraestructuras de datos espaciales de un país o región	Estándares, normas o buenas prácticas que se utilizan en las infraestructuras de datos espaciales en un gobierno	P1
Modelos de madurez del uso de datos espaciales	Marcos de evaluación que miden la madurez del uso de datos espaciales en un gobierno	P1
Modelos de madurez de datos abiertos incluyendo al gobierno abierto	Marcos de evaluación que miden la madurez datos abiertos en un gobierno	P1
Evaluaciones cualitativas y cuantitativas descriptivas del uso de datos espaciales	Evaluaciones del uso de datos espaciales realizadas en un país(es)	P1
Área de aplicación	Aplicaciones de datos espaciales en el gobierno electrónico (procedimientos, métodos, tecnologías entre otros similares); especificando el área que se ve implicada	P2
Componentes de la infraestructura de datos espaciales	Componente técnico o no técnico de una infraestructura de datos espaciales	P2
Herramientas tecnológicas de datos espaciales y/o datos abiertos utilizados en los casos de estudio del gobierno electrónico	Cuáles son las herramientas tecnológicas (estándares si es una aplicación de unas áreas) usadas o creadas de datos espaciales y/o datos abiertos	P2
Valor agregado de los servicios de gobierno electrónico basados en datos	Cuál es la ventaja competitiva de usar aplicaciones basadas en datos espaciales y/o datos abierto en el gobierno electrónico	P3

espaciales y/o datos abiertos a los interesados		
Beneficios reales y potenciales del uso de datos espaciales y/o abiertos para un país o región	Ayudará a la investigación y adopción de políticas correctas de manera que facilite crecimiento social, económico y sostenible	P3

Si se desea ver todos los formularios de extracción de datos por cada estudio primario revisado, hacer clic en el vínculo al archivo adjunto en Excel “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_EF” presente en el anexo B.

3.6 Resultados de la revisión

3.6.1 Búsqueda y selección de estudios relevantes

Se ejecutaron las cadenas de búsqueda en las tres bases de datos indexadas SCOPUS, IEEE y SPRINGER entre las fechas 13 de abril del 2020 al 8 de mayo del 2020 y se encontraron entre artículos, documentos de conferencias y capítulos de libro sin repetir un total de 452 estudios académicos. Posteriormente se procedió con la lectura de todos los “Abstract” y se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión obteniéndose en total 32 estudios relevantes.

3.6.2 Evaluación de calidad

Se procederá a leer cada uno de los estudios relevantes y asignarle una puntuación a cada uno de los dos criterios de calidad que se evaluarán en base a los criterios de inclusión solo que esta vez aplicados al texto completo. Los puntajes son los siguientes “Sí” vale 1 punto, “No” vale 0 puntos y “Parcial” vale 0.5 puntos. Finalmente; los estudios primarios considerados en esta revisión de la literatura serán los que obtenga una evaluación de calidad superior o igual a 1. Se puede ver los estudios relevantes con su evaluación y puntajes de calidad en la tabla 15.

Tabla 15. Evaluación y puntajes de calidad de los estudios primarios (Filas marcadas en verde son las que pasan el control de calidad)

Id	Título del estudio	El artículo hace referencia a un modelo o evaluación de la madurez de datos espaciales o datos abiertos	El artículo hace referencia a un caso de aplicación de gobierno electrónico	Puntaje
2	The strategies of advanced local spatial data infrastructure for Seoul Metropolitan Government,	1	1	2
3	A survey of the Geoinformatics use for census purposes and the INSPIRE maturity within Statistical Institutes of EU and EFTA countries,	1	1	2
4	The Societal Benefits of Open Government Data with Particular Emphasis on Geospatial Information,	0	1	1
5	Adoption of geospatial governance in the context of E-Government in Tanzania: Addressing bottlenecks in spatial data infrastructure development,	1	1	2
6	The development of National Spatial Data Infrastructure (NSDI) in Jordan-challenges and awareness,	1	0	1
7	Generic land registry and cadastre data model supporting interoperability based on international standards for Turkey,	0	1	1
9	The Cost(s) of Geospatial Open Data,	0	1	1
11	Geospatial open data sources in Brazil,	0	1	1

16	Prospective on data sharing network, technical standards and software platform in the HKH region,	0	1	1
19	Issues on building Kazakhstan geospatial portal to implement e-government,	0	1	1
20	A national environmental information infrastructure,	1	1	2
23	A distributed, scalable and provenance-enabled data access protocol for spatial data infrastructure,	0	1	1
25	Quality model for the evaluation of geospatial web services within the spatial data infrastructure of Uruguay,	1	1	2
27	The Development of Data Publishing Tool for Indonesian Open Government Data,	0	0.5	0.5
28	Towards SDI services for crowdsourcing spatial data in disaster response,	0	0.5	0.5
29	Sustaining the Open Government Data Movement Worldwide: Insights from Developing Countries,	1	0	1
30	Open government data assessment model: An indicator development in Thailand,	1	0	1
32	Increasing Open Government Data Transparency with Spatial Dimension,	0	1	1
51	An Open Government Data Maturity Model : A Case Study in BPS-Statistics Indonesia,	1	1	2

62	Effects and evaluation of open government data initiative in Croatia,	1	0	1
81	Hierarchical development of the Spatial Data Infrastructures as a globalization trend,	0	1	1
98	Quality and maturity model for open data portals,	1	0	1
108	Development and implementation of SOA based SDI model for tourism information infrastructure management web services,	0	0.5	0.5
182	Online Atlas as Decision Support System for Biomass Potential Assessment,	0	0.5	0.5
227	Governing Open Spatial Data Infrastructures: The Case of the United Kingdom,	1	0	1
231	Enabling an Open Government,	1	0.5	1.5
233	The Use of Spatial Data Infrastructure in Environmental Management:an Example from the Spatial Planning Practice in Poland,	0.5	1	1.5
235	Exploring the Emergence of Open Spatial Data Infrastructures: Analysis of Recent Developments and Trends in Europe,	1	0.5	1
239	Open data value capability architecture,	1	0.5	1.5
241	National Spatial Data Infrastructure India (NSDI-India) - Present Status and the Future Strategies,	0	1	1
248	Assessing Open Data,	1	0	1

345	Uttarakhand State Geo-Portal for Decentralized Governance,	0	1	1
-----	--	---	---	---

De los 32 estudios relevantes clasificados con los criterios de calidad solo nos quedamos con 28 estudios primarios ya que su puntuación es igual o mayor que 1.

3.6.3 Estudios primarios

Los estudios primarios que se utilizarán en el trabajo de investigación se pueden ver con su identificador, cita bibliográfica, título del estudio en la tabla 16.

Tabla 16. Estudios primarios seleccionados para la investigación.

Id	Referencias	Título
2	(Kim et al., 2019)	The strategies of advanced local spatial data infrastructure for Seoul Metropolitan Government.
3	(Kalogeropoulos et al., 2019)	A survey of the Geoinformatics use for census purposes and the INSPIRE maturity within Statistical Institutes of EU and EFTA countries.
4	(Hansen & Schrøder, 2019)	The Societal Benefits of Open Government Data with Particular Emphasis on Geospatial Information.
5	(Ngereja et al., 2018)	Adoption of geospatial governance in the context of E-Government in Tanzania: Addressing bottlenecks in spatial data infrastructure development.
6	(Gharaibeh et al., 2018)	The development of National Spatial Data Infrastructure (NSDI) in Jordan-challenges and awareness.
7	(Aydinoglu & Bovkir, 2017)	Generic land registry and cadastre data model supporting interoperability based on international standards for Turkey.
9	(Johnson et al., 2017)	The Cost(s) of Geospatial Open Data.
11	(Cezarino, 2017)	Geospatial open data sources in Brazil.
16	(Zhu et al., 2016)	Prospective on data sharing network, technical standards and software platform in the HKH region.
19	(Sagadiyev et al., 2016)	Issues on building Kazakhstan geospatial portal to implement e-government.

Id	Referencias	Título
20	(Zerger, 2015)	A national environmental information infrastructure.
23	(Warekuromor et al., 2017)	A distributed, scalable and provenance-enabled data access protocol for spatial data infrastructure.
25	(De Los Reyes et al., 2017)	Quality model for the evaluation of geospatial web services within the spatial data infrastructure of Uruguay.
29	(Shkabatur & Peled, 2016)	Sustaining the Open Government Data Movement Worldwide: Insights from Developing Countries.
30	(Srimuang et al., 2017)	Open government data assessment model: An indicator development in Thailand.
32	(Dessi et al., 2016)	Increasing Open Government Data Transparency with Spatial Dimension.
51	(Rahmatika et al., 2019)	An Open Government Data Maturity Model: A Case Study in BPS-Statistics Indonesia.
62	(Vračić et al., 2016)	Effects and evaluation of open government data initiative in Croatia.
81	(Dawidowicz & Zrobek, 2016)	Hierarchical development of the Spatial Data Infrastructures as a globalization trend.
98	(Oviedo et al., 2015)	Quality and maturity model for open data portals.
227	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)	Governing Open Spatial Data Infrastructures: The Case of the United Kingdom.
231	(Khan, 2017)	Enabling an Open Government,
233	(Zwirowicz-Rutkowska & Michalik, 2016)	The Use of Spatial Data Infrastructure in Environmental Management: an Example from the Spatial Planning Practice in Poland.
235	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)	Exploring the Emergence of Open Spatial Data Infrastructures: Analysis of Recent Developments and Trends in Europe.
239	(Zeleti & Ojo, 2017)	Open data value capability architecture.
241	(Acharya & Pandey, 2018)	National Spatial Data Infrastructure India (NSDI-India)" Present Status and the Future Strategies.

Id	Referencias	Título
248	(Vancauwenberghe, 2018)	Assessing Open Data.
345	(Rawat & Dobhal, 2018)	Uttarakhand State Geo-Portal for Decentralized Governance.

3.6.4 Aplicación del formulario de extracción

Se procedió con la lectura y revisión de cada uno de los estudios primarios para dar respuesta a las preguntas de investigación un ejemplo del llenado del formulario de extracción que justificaría las respuestas se puede ver en la tabla 17.

Tabla 17. Formulario de extracción aplicado al estudio primario denominado “A survey of the Geoinformatics use for census purposes and the INSPIRE maturity within Statistical Institutes of EU and EFTA countries” que tiene asignado el identificador “3”.

Campo	Descripción	Pregunta
Id	3	Generales
Título	A survey of the Geoinformatics use for census purposes and the INSPIRE maturity within Statistical Institutes of EU and EFTA countries	
Autores	Kalogeropoulos Kleomenis, Stathopoulos Nikolaos, Tsatsaris Andreas & Chalkias Christos	
Tipo de fuente	Artículo	
Fuente	Annals of GIS	
Año de publicación	2019	
Estándares, normas o buenas prácticas que utilizan las infraestructuras de datos espaciales de un país o región	Directiva INSPIRE	P1
Modelos de madurez del uso de datos espaciales		P1
Modelos de madurez de datos abiertos		P1

incluyendo al gobierno abierto		
Evaluaciones cualitativas y cuantitativas descriptivas del uso de datos espaciales	Cuestionario de preguntas en línea que establece el nivel de madurez de los sistemas de gestión de datos espaciales de los encuestados (17 países de la Unión Europea - UE y 2 países de la Asociación Europea de Libre Comercio -AELC) respecto al cumplimiento de la directiva INSPIRE evaluando el nivel de integración con los procesos censales, tecnologías de BI, portal web de difusión, organización de la entidad responsable, tecnologías de teledetección, obtención de sus datos, contratos para operar con los sectores públicos o privados (universidades o agencias estatales), cantidad de capas que ofrece sus geo portales y tamaño de la organización responsable (unidades, departamentos o divisiones) para generar un mayor beneficio a la población	P1
Área de aplicación		P2
Componentes de la infraestructura de datos espaciales		P2
Herramientas tecnológicas de datos espaciales y/o datos abiertos utilizados en los casos de estudio del gobierno electrónico		P2
Valor agregado de los servicios de gobierno electrónico basados en datos espaciales y/o datos abiertos a los interesados		P3

Beneficios reales y potenciales del uso de datos espaciales y/o abiertos para un país o región	Tener un conocimiento de la población es necesario para orientar las políticas lo cual se puede obtener mediante un censo estadístico. De manera que los datos censales se puedan plasmar en un mapa dependiendo del tipo de censo realizado que identifique las áreas más afectadas por un problema tales como crecimiento urbano desmedido y desorganizado lo cual servirá de entrada para diseñar una política y plan de acción por parte de las autoridades. Sin embargo; la capacidad de análisis de los mapas digitales depende mucho de las herramientas analíticas con las que cuente la infraestructura de datos espaciales de un país. Por lo tanto; ayudará a la investigación y a la adopción de políticas correctas de manera que facilite crecimiento social, económico y sostenible, una infraestructura de datos espaciales bien desarrollada (madura) - Desarrollo social	P3
---	--	----

Los demás formularios de extracción como se mencionó anteriormente se muestran en el vínculo del Anexo B al archivo adjunto en Microsoft Excel "20123136_LuisSalas_ManuelTupia_EF" y más precisamente en las pestañas "fX" donde "X" es el número del formulario que hace referencia a un estudio primario por ejemplo "f1" es el primer formulario que se completó. Además; en el Anexo C se pueden ver los estudios primarios mapeados por el número de formulario de extracción de información que le corresponden.

Finalmente, se mostrarán los estudios primarios agrupados por la pregunta que mejor responden en la tabla 18.

Tabla 18. Estudios primarios seleccionados para la investigación y clasificados según la pregunta(s) de investigación que mejor responden (Marcados con "x" en la pregunta utilizada, sea la pregunta 1 (P1), pregunta 2 (P2) y pregunta 3 (P3))

Id	Base de datos	Título	P1	P2	P3
2	SCOPUS	The strategies of advanced local spatial data infrastructure for Seoul Metropolitan Government.	x	x	x
3	SCOPUS	A survey of the Geoinformatics use for census purposes and the INSPIRE maturity within Statistical Institutes of EU and EFTA countries.	x		x

Id	Base de datos	Título	P1	P2	P3
4	SCOPUS	The Societal Benefits of Open Government Data with Particular Emphasis on Geospatial Information.		x	x
5	SCOPUS	Adoption of geospatial governance in the context of E-Government in Tanzania: Addressing bottlenecks in spatial data infrastructure development.	x		x
6	SCOPUS	The development of National Spatial Data Infrastructure (NSDI) in Jordan- challenges and awareness.	x		
7	SCOPUS	Generic land registry and cadastre data model supporting interoperability based on international standards for Turkey.		x	x
9	SCOPUS	The Cost(s) of Geospatial Open Data.			x
11	SCOPUS	Geospatial open data sources in Brazil.		x	x
16	SCOPUS	Prospective on data sharing network, technical standards and software platform in the HKH region.		x	x
19	SCOPUS	Issues on building Kazakhstan geospatial portal to implement e-government.		x	x
20	SCOPUS	A national environmental information infrastructure.	x		x
23	IEEE	A distributed, scalable and provenance-enabled data access protocol for spatial data infrastructure.		x	x
25	IEEE	Quality model for the evaluation of geospatial web services within the spatial data infrastructure of Uruguay.			
29	IEEE	Sustaining the Open Government Data Movement Worldwide: Insights from Developing Countries.	x		
30	IEEE	Open government data assessment model: An indicator development in Thailand.			
32	IEEE	Increasing Open Government Data Transparency with Spatial Dimension.		x	x
51	IEEE	An Open Government Data Maturity Model: A Case Study in BPS- Statistics Indonesia.	x		

Id	Base de datos	Título	P1	P2	P3
62	IEEE	Effects and evaluation of open government data initiative in Croatia.	x		
81	IEEE	Hierarchical development of the Spatial Data Infrastructures as a globalization trend.		x	
98	IEEE	Quality and maturity model for open data portals.	x		
227	SPRINGER	Governing Open Spatial Data Infrastructures: The Case of the United Kingdom.	x		
231	SPRINGER	Enabling an Open Government,	x		
233	SPRINGER	The Use of Spatial Data Infrastructure in Environmental Management:an Example from the Spatial Planning Practice in Poland.	x	x	
235	SPRINGER	Exploring the Emergence of Open Spatial Data Infrastructures: Analysis of Recent Developments and Trends in Europe	x		
239	SPRINGER	Open data value capability architecture.	x		
241	SPRINGER	National Spatial Data Infrastructure India (NSDI-India)” Present Status and the Future Strategies.		x	
248	SPRINGER	Assessing Open Data.	x		x
345	SPRINGER	Uttarakhand State Geo-Portal for Decentralized Governance.		x	

3.6.5 Respuesta a pregunta P1

¿Qué modelos para la medición del nivel de madurez en el uso de datos espaciales existen en la actualidad?

Respuesta

Los datos espaciales al ser un subconjunto directo de los datos abiertos y del gobierno abierto permiten que se puedan considerar modelos de madurez del uso de datos espaciales, datos abiertos y gobierno abierto para medirlos. Los estudios utilizados clasificados según el tipo de modelo de madurez se presentan en la tabla 19.

Tabla 19. Diferentes modelos de madurez del uso de los datos espaciales

Modelos de madurez	Id del Artículo	Porcentaje
Evaluaciones cualitativas y cuantitativas descriptivas del uso de datos espaciales	3, 5, 6, 29, 62, 227, 233, 235, 239	52.94%
Modelos de madurez de datos abiertos incluyendo al gobierno abierto	30, 51, 98, 231, 248	29.41%
Modelos de madurez del uso de datos espaciales	2, 20, 25	17.65%
Total		100.00%

La medición de la madurez del uso de datos espaciales se puede realizar mediante una medición directa (datos espaciales abiertos) o indirecta (datos abiertos y gobierno abierto) y usando un modelo de madurez tales como la certificación mencionada por (Zerger, 2015) del “Open Data Institute” (Open Data Institute, n.d.) y “Open Data Maturity Model” (Rahmatika et al., 2019; Solar et al., 2012). Aunque, también se pueden usar marcos de evaluación genéricos y estándares tales como: “COBIT 5” o “Logical Framework”, para medir las características del impacto que genera la adopción de la iniciativa de datos abiertos (Vračić et al., 2016).

La minoría de los estudios revisados (47.06%) proponen modelos de madurez del uso de datos espaciales y modelos de madurez de datos abiertos incluyendo al gobierno abierto que se pueden agrupar porque se basan en conceptos similares salvo por la importancia mayor que los primeros les brindan a los datos espaciales. Un caso especial; son los modelos de madurez del gobierno abierto ya que el gobierno abierto es más general e incluye temas como: la transparencia y eficacia del gobierno, ecosistemas de innovación, transformación abierta (uso datos abiertos y datos espaciales abiertos), políticas y marcos legales, tecnología usada para permitir que se abran los datos (a nivel de gobierno) y la evaluación de la preparación de un país en general para adoptar un gobierno abierto, que puede realizarse con herramientas como "Open Data Readiness Assessment" (ODRA) del Banco Mundial (Khan, 2017).

Los modelos de madurez de los datos espaciales y datos abiertos revisados evalúan aspectos similares como se mencionó anteriormente que se pueden clasificar en un modelo más general de madurez teórico que se propondrá para dar respuesta a la pregunta de investigación y evidenciar la necesidad de desarrollarlo.

El modelo de madurez propuesto, en base a las similitudes de los modelos de evaluación revisados en la literatura, tiene los cinco siguientes niveles en ese orden: entusiasta, básico, centralizado, integrado (federado) y empresarial (Kim et al., 2019) y en cada nivel se evalúan las siguientes tres dimensiones: acceso a los datos espaciales, marcos de trabajo e interacción con la sociedad.

La primera dimensión propuesta mide el acceso a los datos espaciales que evalúa la cantidad del conjunto de datos abiertos disponibles para el uso de cualquier persona (Vancauwenberghe, 2018), los formatos de distribución (Zwirowicz-Rutkowska & Michalik, 2016), la actualización de los datos (Oviedo et al., 2015), la seguridad de la información de los conjuntos de datos abiertos y la capacidad tecnológica (Rahmatika et al., 2019), que se representa por la disponibilidad de portales web y catálogos de metadatos estándares para el intercambio de información por medio de los servicios web (Zerger, 2015), la cual a su vez puede ser evaluada en función de los errores que maneja o la robustez presentada (De Los Reyes et al., 2017).

La variable de capacidad tecnológica se puede sub evaluar también, en función de la cantidad de capas de visualización que soporta el geo portal y las herramientas tecnológicas que la complementan por ejemplo tener un sistema de inteligencia de negocios que explote los datos espaciales (Kalogeropoulos et al., 2019). Además; otras características más técnicas generales en una organización basada en datos abiertos son: la capacidad de almacenamiento, instalaciones (redes informáticas, hardware y software) y los métodos de recuperación de datos (Zeleti & Ojo, 2017).

La segunda dimensión propuesta mide los marcos de trabajo y se pueden clasificar en los marcos legales que buscan evidenciar las licencias de uso y las legislaciones del gobierno de datos abiertos (Vancauwenberghe, 2018) y marcos organizacionales compuestos por las estrategias, los planes y las estructuras organizativas responsables de implementar los datos abiertos (Rahmatika et al., 2019); tales como, las estructuras de gobierno y coordinación de las infraestructuras de datos espaciales (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018). Las organizaciones responsables de gestionar las infraestructuras de datos nacionales espaciales se pueden ordenar de acuerdo a su tamaño en unidades,

departamentos o divisiones (Kalogeropoulos et al., 2019) y disponen de políticas de gestión tales como vender o comprar los datos espaciales que se usarán (Ngereja et al., 2018). Además; las licencias de uso no solo miden el nivel de reutilización sino también la información que se brinda y la asistencia técnica recibida respecto a los datos abiertos compartidos (Zerger, 2015).

Otro aspecto importante relacionado a lo anterior, es saber si los datos que se abren son datos que ya se encontraban fácilmente al alcance del usuario (datos censales o de elecciones) o son nuevos datos (Shkabatur & Peled, 2016). Por otro lado, desde un punto de vista de gestión más global, se puede medir la gestión del cambio y la arquitectura empresarial usada para abrir los datos (Srimuang et al., 2017).

La tercera dimensión propuesta mide la interacción con la sociedad tal como la participación de la ciudadana en lo que se refiere a las opiniones, recomendaciones y quejas de los ciudadanos tratadas y resueltas (Rahmatika et al., 2019), el perfil de uso en base a las estadísticas recopiladas por los metadatos y el impacto en la sociedad y/u organización a largo plazo tanto económico como social (Vancauwenberghe, 2018). Se puede tener también, una idea del bienestar social de los datos espaciales en base a los contratos firmados para su uso con universidades, agencias estatales y el sector privado (Kalogeropoulos et al., 2019). Además; también se debería medir la cantidad y tipos de entidades involucradas en la toma de decisiones colectivas sobre la infraestructura de datos espaciales (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019).

En conclusión, el modelo de madurez teórico propuesto considera la mayoría de los aspectos críticos evaluados en la literatura que se deberían medir; sin embargo, se observa y analiza que se pueden agregar nuevos aspectos de evaluación y/o mejorar los existentes para obtener un modelo de madurez global optimizado. Sin embargo; se debe tener en consideración la limitante de que la definición del modelo de infraestructura de datos espaciales que facilita los diferentes niveles de uso de datos espaciales cambia según la visión, objetivos y los requisitos de cada nación y/u organización que los utilice y por ende cambia también la prioridad de sus criterios de evaluación (Gharaibeh et al., 2018), pero manteniendo de todos modos cierta estructura base para la generalización.

3.6.6 Respuesta a pregunta P2

¿De qué manera los datos espaciales son usados en el gobierno electrónico?

Respuesta

Los sistemas de información de datos espaciales en el gobierno electrónico de un país o región se pueden clasificar según el área que tratan tal como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20. Áreas de aplicaciones de datos espaciales en el gobierno electrónico

Área de aplicación	Id del Estudio	Porcentaje
Procesos internos	2, 4, 23, 81, 241	38.46%
Medio Ambiente	11, 16, 233	23.08%
Catastro	7, 19	15.38%
Salud	11	7.69%
Académico	11	7.69%
Transparencia	32	7.69%
Total		100.00%

Se puede observar que la moda es tratar sobre la mejora de los procesos internos del gobierno ya que la mayoría de los datos gubernamentales tienen una referencia geográfica que al considerarla mejoran inicialmente la eficiencia y efectividad del estado actual de sus servicios públicos (Hansen & Schröder, 2019); sin embargo pasado un tiempo se requiere subir a un nivel empresarial donde se maximice cada vez más el beneficio social (Kim et al., 2019). El servicio público mejorado es relativo al estado de la infraestructura tecnológica del país (desarrollado o no) por lo que algunos tendrán que aceptar aplicaciones tecnológicas alternativas y riesgosas pero económicas con el fin de conseguir satisfacer las necesidades de sus ciudadanos (Warekuromor et al., 2017) o ir avanzado escalonadamente desde la creación de un geo portal hasta poder formar parte de una red mundial de uso de datos espaciales (Dawidowicz & Zrobek, 2016). Por lo tanto, concluimos que el nivel de desarrollo de un país no es una limitante para implementar aplicaciones de gobierno electrónico. En algunos casos se puede empezar desde la asignación del marco legal necesario (un orden inicial) e ir madurando con el tiempo hasta ser capaz de diagnosticar su estado actual y tener áreas de innovación que lo posicionen en un mejor futuro en lo que respecta al uso de datos abiertos espaciales en el gobierno electrónico (Acharya & Pandey, 2018).

El siguiente porcentaje más alto lo conforman los estudios que tratan sobre la gestión del ambiental y/o catastro, que comparten características parecidas. La gestión catastral digital busca registrar las propiedades de las tierras (parcelas) mediante un sistema lo más estandarizado posible y así poder tener el mapa inicial de la tierra sobre el cual se

construirán las otras capas relacionadas tales como la gestión del medio ambiente (Aydinoglu & Bovkir, 2017). En lo que se refiere al medio ambiente existen fenómenos naturales que afectan no solo a un país sino también a una región donde se vuelve indispensable pese a las diferencias tecnológicas (heterogeneidad) de los países vecinos establecer una infraestructura de gestión de datos espaciales ambiental inclusiva que permita prevenir y mitigar los efectos adversos de la naturaleza (Zhu et al., 2016). Además; la gestión ambiental se facilita mucho con los sistemas de teledetección satelitales administrados por una infraestructura de datos espaciales que permita simular el efecto de un posible fenómeno sobre un área geográfica y/o informar sobre sus cambios estructurales (Cezarino, 2017). Otra aplicación en el área de gestión ambiental, es el uso de datos espaciales de una nación para la planificación espacial con la finalidad de tratar los acuerdos relacionados (como cambiar el uso del suelo), analizar la tendencia del uso de los suelos, estudios de campo y otros parecidos (Zwirowicz-Rutkowska & Michalik, 2016).

Existen capas más sofisticadas que brindan una mayor capacidad al momento de tomar decisiones sobre el bienestar social por ejemplo la capa de seguimiento y actuación sobre una epidemia, capa de educación del uso de sistemas de datos espaciales (Cezarino, 2017) y/o capas que permitan conocer y explorar más el nivel de transparencia de los datos abiertos gubernamentales brindándoles una mayor facilidad de análisis (Dessi et al., 2016).

Es natural que los sistemas de información de datos espaciales destinados a los gobiernos electrónicos se destinen más a los temas de la gestión de las tierras y del medio ambiente ya que así surgieron no solo los mapas digitales sino también los mapas físicos para luego pasar a mapas más sofisticados que ameritan mayor análisis experto para concebirlos que finalmente serán agregados como otras capas superiores del mapa geográfico digital del país establecido. De esta manera se evidencia la diversidad de aplicaciones del uso de datos espaciales abierto que debería tener un país cuando se diagnostique su nivel de madurez.

Tabla 21. Componentes de infraestructura de datos espaciales en el gobierno electrónico.

Componentes de la infraestructura de datos espaciales	Id del Estudio	Porcentaje
Interoperabilidad	4, 7, 16, 32, 81	35.71%
Utilización de software libre	16, 19, 32	21.43%
Geo portales	19, 81, 345	21.43%

Servicio distribuido y escalable	23	7.14%
Arquitectura orientada a servicios (SOA)	241	7.14%
Gobierno de T. I	2	7.14%
Total		100.00%

Desde el un punto de vista de los componentes de la infraestructura de los datos espaciales más estudiados en el contexto del gobierno electrónico, los documentos primarios se pueden clasificar tal como se mostró en la tabla 21.

La mayoría hace énfasis en el tema de la interoperabilidad desde diferentes perspectivas. Las perspectivas mundiales denominadas datos abiertos (“open data”) y gobierno abierto (“open data government”) que implican tratar con las regulaciones que permiten el uso de los datos abiertos, el modelo de datos en el que se basan los datos abiertos gubernamentales por ejemplo se considera en la estructura de los datos la ubicación geográfica o la naturaleza del agente (Hansen & Schröder, 2019) y las herramientas que permitirán realizar una mayor explotación e investigación de los datos abiertos (Dessi et al., 2016) tales como herramientas analíticas y/o mapas digitales con los datos censados. Otra perspectiva es aquella que considera que la interoperabilidad es en el fondo un problema de la semántica y que puede ser abordada por temas como “linked data” (Warekuromor et al., 2017). La perspectiva de los estándares de interoperabilidad también sugiere el uso de servicios web basados en estándares internacionales por ejemplo “Open Geospatial Consortium” (OGC) (Zhu et al., 2016) y el cumplimiento de marcos mundiales de interoperabilidad tal como la directiva INSPIRE para los países miembros de la unión Europea (Dawidowicz & Zrobek, 2016). Finalmente, la perspectiva orientada a objetos que busca crear una estructura de clases que tenga más flexibilidad para cumplir con las diferentes obligaciones regulatorias internacionales respecto al manejo de ciertos tipos de datos en cada país o región tales como el registro de propiedad (Aydinoglu & Bovkir, 2017)

En lo que se refiere a la utilización de software libre se presta atención en sistema de información geoespaciales tales como “GeoNetwork” (Zhu et al., 2016), “QGIS” (Dessi et al., 2016) y “GeoServer” (Sagadiyev et al., 2016) que gestionan las bases de datos que giran en torno a la diferentes versiones de “PostGIS” para permitir la visualización web de los mapas.

El componente tecnológico en general, considerado como el primero y central de una infraestructura de datos espaciales es el geo portal nacional o regional disponible para una comunidad al cual se le agregaran más nodos (organizaciones) con sus respectivas capas de visualización de mapas digitales (Dawidowicz & Zrobek, 2016) y en el caso de un país con organizaciones que mantiene sus propios sistemas de datos espaciales (islas) puede ser el punto inicial para conseguir federarlos (Sagadiyev et al., 2016) . Se puede impulsar un mayor desarrollo de los geos portales brindando a las instituciones públicas de una región capacitación especializada (Rawat & Dobhal, 2018).

A nivel de desarrollo de la infraestructura nacional de datos espaciales se puede considerar el enfoque de arriba a abajo usado en los países desarrollados o proponer un enfoque de abajo hacia arriba llegando incluso a considerar como nodos finales a los ciudadanos y no solo a las organizaciones pero manteniendo en paralelo el crecimiento de arriba abajo para lo cual se habilitan servicios distribuidos en cada nodo intermedio y de esta manera no depender solo del nodo central que aún no se ha desarrollado del todo (Warekuromor et al., 2017).

Además; el 7.14% de los estudios muestran que existen gobiernos cuya infraestructura de datos espaciales soporta aplicaciones de gobierno electrónico basadas en la arquitectura orientada a servicios (SOA) lo cual le permite darse cuenta que es necesario en la actualidad más que entregar solo datos, brindar más servicios para usar los datos espaciales aumentando su capacidad analítica tales como aplicaciones geoespaciales basadas en servicio, plataforma o infraestructura en la nube o aplicaciones de innovación para tratar desastres naturales, inundaciones y desarrollar nuevas tecnologías de la información (T. I) y comunicación geográfica (ontología o interoperabilidad geoespacial) (Acharya & Pandey, 2018).

El buen gobierno de T.I también tiene un impacto en la manera en cómo los ciudadanos pueden usar los datos espaciales en su país ya que la definición de los objetivos, planes estratégicos, estructuras organizativas, visiones y misiones, indicadores de retorno de la inversión, capacitación ciudadana y priorización de los proyectos facilitarán acuerdos empresariales con el sector privado para proveer y utilizar productos innovadores para la comunidad, que lo posicionará además en el nivel más alto al que puede llegar una infraestructura de datos espaciales (Kim et al., 2019).

Por lo tanto, se puede notar que el 78.57% de los estudios muestran que al diseñar la arquitectura y la gestión de la infraestructura de datos espaciales para el uso de los

ciudadanos se presta más atención en los temas de interoperabilidad, utilización de software libre y creación de geo portales componentes que en su mayoría tienen aspectos técnicos informáticos involucrados en su creación y mantenimiento. Por otro lado el 14.28% de los estudios tratan sobre la arquitectura informática tales como si el enfoque de crecimiento será de arriba hacia abajo, de abajo hacia arriba o una combinación de ambos (proporción) y 7.14% restante de los estudios prioriza tener una estructura de gobierno de T.I que especifique los fines generales del uso de datos espaciales en la organización, la estructura organizativa, las métricas y la dirección actual y futura en la manera de hacer negocios basados normalmente en propuestas tecnológicas innovadoras (“IoT”, “Smart city” o inteligencia artificial), todo ello para crear un beneficio significativo a la sociedad de manera constante sin quedarse satisfechos solo con saber que se tiene la capacidad tecnológica para brindar datos espaciales a los ciudadanos. Todos estos componentes de la infraestructura de datos espaciales observadas en los gobiernos electrónicos de los países permitirán ser más precisos al momento de realizar los criterios del modelo de evaluación sobre su madurez.

3.6.7 Respuesta a pregunta P3

¿De qué manera la medición del nivel de madurez en el uso de datos espaciales contribuye al mejoramiento del gobierno electrónico?

Respuesta

Para identificar las maneras en que el nivel de madurez contribuye al mejoramiento del gobierno electrónico vamos a analizar los estudios basados en el valor agregado medido en términos de las variables organizacionales gubernamentales que afectan mostrados en la tabla 22 y los estudios sobre los beneficios sociales que aportan clasificados por tema que se pueden ver en la tabla 23.

Tabla 22. Valor agregado en las variables organizacionales gubernamentales.

Naturaleza de la variable	Id del Estudio	Porcentaje
Inclusión tecnológica	11, 23, 7	42.86%
Económica	2, 4, 9	42.86%
Datos abiertos	32	14.29%
Total		100.00%

La mayoría de los estudios (42.86%) hacen énfasis en generar una mayor inclusión tecnológica ya sea a nivel del ciudadano, país o región, que incluye temas como la interoperabilidad regional, sistema de gestión de desastres en el medio ambiente y bajos recursos financieros para la inversión tecnológica; sin embargo, las soluciones que se propongan para superarla dependerán del nivel de madurez de la infraestructura de datos espaciales del país. Los países más desarrollados que figuran entre los mejores con gobierno electrónico no suelen preocuparse mucho por este asunto principalmente porque ya tienen una alta infraestructura tecnológica (Kim et al., 2019) pero los países en desarrollo sí presentan un especial interés. La interoperabilidad de la información en las regiones permitirá la explotación de áreas comunes de manera más sostenible que, aunque pertenezcan a otros gobiernos tales como ríos, áreas de agricultura o minas de oro tienen un efecto sistémico; por lo tanto alcanzar este nivel beneficiará a los países vecinos de una región determinada (Aydinoglu & Bovkir, 2017). Existen lugares que tienen un efecto significativo en el mundo actual tales como la selva amazónica por lo que su monitoreo por sistemas de información espaciales servirá de medida del nivel de éxito (bueno o malo) de las decisiones políticas adoptadas por los países que los gobiernan (Cezarino, 2017). Los países en vías de desarrollo tienen problemas relacionados a la pobreza que dificultan acceder a servicios de gobierno electrónico basados en datos espaciales; sin embargo, enfoques alternativos y económicos podrían brindarle esa capacidad tecnológica aunque con cierto nivel de riesgo por ejemplo asegurar la exactitud de la calidad de los datos utilizados (Warekuromor et al., 2017).

El 42.86% de los estudios utiliza modelos económicos para explicar el valor agregado que el uso de datos abiertos espaciales produce, de esta manera se menciona que siempre existe un beneficio económico ya que al utilizar una ecuación beneficio/costo el factor de ahorro por gestiones administrativas simplificadas y duplicidad de datos más el aumento del rendimiento en el numerador (beneficios) normalmente hacen la diferencia respecto del costo de implementación que es el denominador; aunque existen dudas sobre si esta ecuación en el futuro siempre se comportará de esta manera por ejemplo la existencia de un problema social (epidemia), mayor regulación de datos personales o menos iniciativas innovadoras tecnológicas hasta el momento sigue siendo válida para todo tipo de empresa o país (Hansen & Schrøder, 2019). Las ciudades que buscan convertirse en ciudades inteligentes (“smart cities”) deben tener una infraestructura de datos espaciales local bastante elevada (un pilar) que facilite contratos con el sector privado e impulse innovaciones tecnológicas para lo cual es necesario saber cómo aumentar el nivel aunque

sea por medio de un conjunto de hitos que se deben cumplir tales como tener claramente identificado el retorno de la inversión y/o un proceso de priorización de proyectos (Kim et al., 2019). Sin embargo; se ha identificado que el uso de datos abiertos espaciales puede generar en ciertas situaciones mayores costos directos, que incluye la plataforma y su mantenimiento, y sobre todo costos indirectos, que incluye costos por un sistema de seguridad de la información, posible subsidio a las empresas privadas innovadoras que usen datos espaciales o discriminación a ciertos grupos sociales por sus diferentes niveles de madurez del uso de datos espaciales (Johnson et al., 2017).

Finalmente el 14.29% de los estudios trata sobre la iniciativa de datos abiertos gubernamentales que busca brindar a los ciudadanos datos abiertos y su(s) herramienta(s) para analizarlos con fines académicos, de transparencia y/o de investigación (Dessi et al., 2016); por lo tanto tener una escala de las herramientas más simples hasta las más sofisticadas de análisis servirán de guía a un gobierno para implementar completamente la iniciativa de datos abiertos.

En base a lo expuesto se puede concluir que cada nivel de madurez de la infraestructura de datos espaciales de un país influirá en el valor agregado que este obtenga, medidos en términos de sus variables organizacionales tales como la inclusión tecnológica, desarrollo económico y los datos abiertos que brinda; por lo tanto, se resalta la importancia de diagnosticar la madurez del uso de datos espaciales de un país mediante un modelo de evaluación.

Tabla 23. Beneficios sociales clasificado por tema

Tema	Id del Estudio	Porcentaje
Desarrollo social	3, 5, 19, 248	66.67%
Gestión del medio ambiente	16, 20	33.33%
Total		100.00%

En la tabla 23 se puede apreciar que 66.67% de los estudios revisados identifican aportes según el nivel de madurez en el uso de datos espaciales en el gobierno electrónico en el área clasificada como desarrollo social.

Tener un conocimiento de la población es necesario para que un país pueda orientar sus políticas de crecimiento social lo cual puede ser realizado mediante un censo estadístico de la población. Los datos censales se pueden analizar mejor cuando se plasman sobre un

mapa digital que entre otras cosas permite identificar las áreas más afectadas por un problema social tales como el crecimiento urbano desmedido y desorganizado lo cual servirá de entrada para diseñar un óptimo plan de acción (basado en datos estadísticos y geográficos) por parte de las autoridades; sin embargo la capacidad de representación y análisis de las diferentes capas sobrepuestas en el mapa digital depende mucho del nivel de la infraestructura de datos espaciales que el país mantiene. (Kalogeropoulos et al., 2019)

En países de bajos recursos económicos se vuelve fundamental tomar decisiones informadas sobre diversos aspectos relacionados con respuesta ante desastres, salud pública, energía y la planificación social por mencionar algunos de manera que no se perjudique más a la población, pero cuando los datos son erróneos o de mala calidad debido a un bajo nivel de madurez del uso de datos espaciales el perjuicio es inevitable (Ngereja et al., 2018). En países con un alto riesgo de perder los registros geodésicos o que presentan inconsistencias con sus mapas oficiales se hace necesario tener una infraestructura de datos espaciales para que los gestione de manera estandarizada y evite posibles corrupciones o pérdidas de los mapas (Sagadiyev et al., 2016). Por lo tanto; el diagnóstico del uso de datos abiertos en país ayuda a mejorar las políticas de datos abiertos con el fin de maximizar los beneficios sociales (Vancauwenberghe, 2018).

En cuanto a la gestión del medio ambiente el problema básicamente es que las organizaciones mundiales enfocadas a tratarlo tienen niveles de madurez de sus infraestructuras de datos espaciales distintas (tecnología, presupuesto y organización); por lo tanto se puede tener como reto ampliar la infraestructura de todos mediante alguna política en común tal como una solución integral en la nube (Zerger, 2015) o permitir que el país u organización más desarrollado tome el liderazgo del sistema común con el fin de tener datos de calidad en tiempo real de los acontecimientos ambientales que afectan a un país o región de manera sistemática (Zhu et al., 2016).

Se puede entender que el nivel de madurez del uso de datos espaciales en el gobierno electrónico tiene una implicancia social por lo que debe tratarse y evaluarse como un factor de cambio de la sociedad que adopte usar datos espaciales en sus procesos de gobierno electrónico y de esta manera tener una idea del futuro que le espera.

3.7 Conclusiones

Para realizar el marco de madurez del uso de datos espaciales para su posterior adecuación y uso en el gobierno peruano primero se investigó revisando la literatura sobre los diferentes modelos de madurez de datos espaciales existente en la actualidad, luego sobre las

aplicaciones de gobierno electrónico de datos espaciales con el fin de identificar factores que se podrían agregar a los modelos de madurez existentes para mejorarlos y finalmente se investigó el beneficio social que representa el uso de datos espaciales.

Se observó que de los estudios revisados el 47.06% tratan sobre modelos de madurez de datos espaciales y/o datos abiertos, mientras que 52.94% (mayoría) realiza encuestas cualitativas y cuantitativas para medir el uso de datos espaciales que lograron calificar ciertos aspectos o sub aspectos que complementan a los modelos de madurez identificados.

Respecto a la pregunta de investigación número dos que busca entender la manera en que los datos espaciales se usan en el gobierno electrónico se logró identificar que el 38.46% de los estudios relacionados a la pregunta muestran aplicaciones en la mejora interna de los procesos debido a que es el primer impacto que genera la aplicación de la tecnología, el otro 38.46% muestran aplicaciones en el campo de la gestión de la tierra (catastro y medio ambiental) y 23.08% final trata sobre aplicaciones más especializadas.

Analizando estos estudios, pero desde otra perspectiva que es la de los componentes tecnológicos de la infraestructura de datos espaciales que presentan se puede observar que 57.14% de los estudios relacionados tratan la interoperabilidad y el uso de software libre ya que están muy vinculados. El 42.86% final de los estudios restantes resaltan en su mayoría el uso de geo portales y en su menor medida, cada uno con el mismo porcentaje, el enfoque de desarrollo de la infraestructura de datos espaciales, la arquitectura del servicio y el gobierno de TI y en menor medida.

La última pregunta de investigación busca entender el valor agregado del uso de datos espaciales en la sociedad. Se obtiene que el 42.86% de los estudios sobre esta pregunta tratan temas relacionados a la inclusión tecnológica. El otro 57.14% trata sobre explicaciones económicas y sobre la transparencia que brinda el uso de datos espaciales abiertos. Por otro lado, esta pregunta también responder enfocándonos en el beneficio social global que tendrían los países si usaran los datos espaciales, identificando que el 67% de los estudios describen un aumento en el desarrollo social y el 33% de los estudios tratan sobre la importancia de gestionar los datos espaciales del medio ambiente.

Por lo tanto; se concluye que hay evidencia de que los datos espaciales abiertos benefician a una sociedad y un modelo de madurez del uso de datos espaciales abiertos que incluya los avances recientes es necesario para saber la situación actual de un país en este tema; en este caso proponemos aplicarlo y ajustarlo al contexto del Estado Peruano que cabe

resaltar que no fue mencionado en ningún estudio primario revisado, lo cual aumenta la motivación para realizar el estudio.



Capítulo 4. Componentes del modelo descritos a alto nivel.

Este capítulo se encuentra dividido en introducción, resultados alcanzados y discusión.

4.1 Introducción

En esta sección, se presentará el desarrollo del objetivo específico 2: “Diseñar los componentes del modelo”, mediante su resultado esperado 1: “Componentes del modelo descritos a alto nivel”. El motivo para alcanzar el objetivo de diseñar los componentes del modelo es establecer las relaciones, dependencias y cálculos requeridos para interpretar las evidencias obtenidas al evaluar la madurez del uso de datos espaciales abiertos y que se puedan ajustar al contrastarlo con la realidad y/o con opiniones de los expertos en el área.

El modelo de medición se puede ver como un conjunto de componentes interrelacionados, que funcionando en conjunto darán la clasificación de la madurez del uso de datos espaciales abiertos de la institución pública evaluada. Los componentes se pueden clasificar en dos: los componentes a alto nivel que se desarrollan en este capítulo y la lista de criterios de medición de la madurez que se desarrolla en el capítulo 5. En el estado del arte se hace referencia sobre todo a la lista de criterios de medición de la madurez más que a los componentes a alto nivel; por lo tanto, usaremos algunas herramientas de gobierno y gestión de TI para complementar su desarrollo. De manera global cada uno de los componentes a alto nivel del modelo de medición servirán para clasificar el nivel de madurez y algunos más que otros al cambiar representan cambios significativos en los resultados de la evaluación.

Los objetivos del modelo nos indican lo que pretende medir de manera amplia los criterios de medición. Las escalas de madurez sirven para definir el estado de madurez del uso de datos espaciales abiertos en el que se encuentra una institución pública y establecer estrategias para alcanzar los niveles posteriores. El clasificador de la empresa ayuda a obtener una mayor eficacia al aplicar el modelo de medición y no verse afectado por factores externos al uso de datos espaciales abiertos tales como la falta de recursos en general o capacidades organizativas. La incorporación de los criterios de medición de madurez anteriormente adaptados sirve para clasificar en base a herramientas, estándares de evaluación de procesos y el estado del arte los criterios de medición por niveles de madurez y para establecer la fórmula matemática que define la clasificación. Las métricas del modelo sirven para evaluar objetivamente al modelo de medición pasado un corto plazo (un mes)

respecto a la clasificación y recomendaciones que siguió la empresa que utilizó el modelo de medición; además, se pueden utilizar para cambiar ciertos parámetros del modelo, de manera justificada, para que se adecuen más a sus necesidades o para mejorarlo de manera general. Las responsabilidades y prácticas de aplicación del modelo sirven para brindar objetividad al proceso de evaluación y tener una idea de los recursos necesarios para ejecutarla. Finalmente, la hoja de ruta para construcción del modelo ayuda a comprender las actividades y el tiempo requerido para replicar la construcción de un modelo de medición con estas características.

4.2 Resultados alcanzados

Se van a desarrollar los componentes a alto nivel del modelo de madurez que representan las estructuras de gobierno y gestión del modelo de medición. Estos componentes están relacionados con los métodos y herramientas de gobierno y gestión de TI; sin embargo, en este caso se adaptarán para utilizarlos en el modelo de medición de la madurez del uso de datos espaciales abiertos. Entre otros beneficios, se encuentran que, solo cambiando estos componentes, según su especialización, se puede mejorar el modelo de medición cada vez acorde a la realidad.

Las actividades necesarias, que se plantean, para completar el alcance de este resultado esperado son:

- objetivos del modelo
- escalas de madurez
- clasificador de la empresa
- incorporación de los criterios de medición de madurez anteriormente adaptados
- métricas del modelo
- responsabilidades y prácticas de aplicación del modelo
- hoja de ruta para construcción del modelo

En resumen; los componentes a alto nivel que se desarrollan tienen la intención de proporcionarle al modelo la estructura necesaria para que los datos que utilice se puedan procesar e interpretar adecuadamente, de acuerdo a su fin que en este caso está relacionado con medir la madurez del uso de datos espaciales abiertos.

Los principales componentes del modelo de medición se pueden ver como en una vista general en la tabla 24 que muestra una pequeña descripción de cada uno y la principal fuente de información necesaria para construir cada componente a alto nivel.

Tabla 24. Vista general de los principales componentes del modelo OSD-MM

Modelo de medición de madurez en el uso de datos abiertos espaciales en el Estado peruano (modelo OSD-MM)		
Componente	Descripción	Fuente principal
1. Objetivos del modelo	Objetivos que pretende medir el modelo	Propio y estado del arte
2. Escalas de madurez	Se indican los niveles de madurez, y lo que significa cada uno	CMMI, COBIT 5.0 PAM
3. Calificador de empresa	Mecanismo que determina si una institución pública aplica o no a usar datos espaciales para prestar sus servicios de gobierno electrónico.	Propio y estado del arte
4. Matriz de medición	Conjunto de preguntas que se van a aplicar a la institución pública para medir su grado de madurez. Las preguntas se dividirán en dominios como COBIT 5 y las respuestas se mostrarán en una escala de Likert de 1 a 5 que facilitará obtener la nota final	Estado del arte
5. Guía de aplicación del modelo	Guía de pasos mediante la cual se va a aplicar el modelo en cualquier institución pública (roles, responsabilidades y flujos de actividades)	Propio

4.2.1.1 Objetivos del modelo

La mayoría de los modelos y marcos referidos a aspectos de madurez en gobierno electrónico, madurez, capacidad, datos abiertos, entre otros, presentan sus objetivos organizados de acuerdo con las dimensiones del cuadro de mando integral conocido en la literatura como Balance Scorecard (Zerban, 2015). De esta manera; los objetivos del modelo de medición creado se agruparán por las dimensiones del Balanced Scorecard (BSC) (Kaplan & Norton, 2016) para facilitar la comprensión de su impacto en la sociedad y se pueden ver en la tabla 25.

Tabla 25. Objetivos del modelo utilizando Balanced Scorecard (Kaplan & Norton, 2016)

Dimensión	Objetivo propuesto
Resultados	1. Maximizar el valor agregado de los servicios basados en datos espaciales

	<p>2. Diagnosticar el nivel de madurez de la aplicación de las buenas prácticas en el uso de datos espaciales abiertos en las instituciones públicas para sugerir mejoras</p> <p>3. Revelar el cumplimiento de requisitos regulatorios y legales del uso de datos espaciales en las instituciones públicas</p>
Cliente	<p>4. Establecer una cultura de servicio orientada a satisfacer las necesidades del ciudadano</p> <p>5. Mantener la continuidad y disponibilidad de los servicios basados en datos espaciales</p>
Interna	<p>6. Utilizar las mejores prácticas en la prestación de servicios basados en datos espaciales</p> <p>7. Recopilar información del cumplimiento de los requisitos de interoperabilidad del uso de datos espaciales en las instituciones públicas para proponer mejoras</p>
Innovación	<p>8. Tener y mantener una cultura de prospectiva tecnológica aplicada a soluciones de interoperabilidad basada en el uso compartido de datos espaciales</p>

La matriz de trazabilidad tiene una parte donde describe la fuente que se utilizó para definir cada uno de los objetivos del modelo y se encuentra en el Anexo E.

4.2.1.2 Escalas de madurez

El uso de datos espaciales abiertos en el gobierno electrónico de una institución pública del Perú se encuentra representado a alto nivel por procesos de gobierno y gestión de TI. Cada proceso obtendrá un nivel de capacidad y el resultado de todos los procesos en conjunto darán el nivel de madurez (Chrissis et al., 2012c) del uso de datos espaciales abiertos. Las capacidades individuales de cada proceso serán evaluadas en función a los indicadores de capacidad que varían dependiendo del nivel de madurez a evaluarse y deben cumplirse todos para establecer al proceso en el nivel de madurez evaluado (ISACA, 2013c). Sin embargo; por una estrategia de implementación se considerará un proceso único que agrupará a todos los otros procesos como subprocesos de él, dicho proceso se llamará "Uso de datos espaciales" y solo se tendría que hallar su nivel de madurez ya que las capacidades de cada uno de los procesos que la componen se encuentran inmersas dentro de este cálculo como se explicará posteriormente en el apartado 4.2.1.4.

Los niveles de madurez utilizados en orden ascendente son: ejecutado, gestionado, establecido, predecible y optimizado (ISACA, 2013c).

El significado de cada una de las escalas de madurez es el siguiente:

- Nivel 1- Ejecutado: Existen las condiciones básicas tecnológicas y organizativas para ofrecer datos espaciales abiertos; de manera que, se tiene el personal, los

recursos financieros y los equipos tecnológicos para liberar por lo menos un conjunto de datos espaciales con condiciones básicas de calidad. Por ejemplo; existe un hipervínculo para acceder a pocos datos (Khan, 2017) espaciales y que posiblemente no vienen acompañados de metadatos y no presentan un formato estándar entre ellos (De Los Reyes et al., 2017).

- Nivel 2 - Gestionado: Existe un mayor número de recursos y capacidades organizativos a alto nivel, los datos se abren mayoritariamente por servicios web estándares (De Los Reyes et al., 2017), se manejan imágenes satelitales (Kalogeropoulos et al., 2019), el rigor de la calidad de los metadatos ha aumentado (De Los Reyes et al., 2017; Warekuromor et al., 2017) y se asignado una manera formal de acceso (Rawat & Dobhal, 2018). Por ejemplo; se tiene un servicio web estándar (OGC) desde el cual se puede acceder a los datos espaciales y vienen acompañados de metadatos (De Los Reyes et al., 2017).
- Nivel 3 - Establecido: Se puede considerar que existe una infraestructura de datos espaciales gestionada y planificada (Gharaibeh et al., 2018; Kim et al., 2019; Vancauwenberghe & van Loenen, 2018, 2019), donde sobresalen las siguientes características: un proceso para realizar el planeamiento estratégico (Kim et al., 2019; Vancauwenberghe & van Loenen, 2019), se utilizan estándares de simbología (Rawat & Dobhal, 2018) e interoperabilidad, se cumplen los requisitos regulatorios del país (Gharaibeh et al., 2018), existe una gestión del conocimiento (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019), se tiene un liderazgo capacitado (Khan, 2017), se realizan mediciones y presenta un geo porta (Dawidowicz & Zrobek, 2016; Kalogeropoulos et al., 2019). Además; los actores gubernamentales y especialmente los no gubernamentales tienen un rol definido en la infraestructura de datos espaciales (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019) y se identifican y gestionan sus necesidades (Johnson et al., 2017; Vancauwenberghe & van Loenen, 2019); por lo tanto, no solo se abren los datos, sino existen servicios de gobierno electrónico habilitados espacialmente (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019). Por ejemplo; en el geo portal de la institución pública se pueden encontrar visores de los datos espaciales abiertos que cumplen con las regulaciones locales, que tienen una licencia parecida a “Creative Commons” para reutilizar los datos (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018, 2019) y se recopilan mediciones del uso de los datos espaciales para ser analizadas por la alta gerencia.

- Nivel 4 - Predecible: Existen iniciativas para mejorar las mediciones (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019) y se tienen identificados indicadores de los diversos aspectos del uso de los datos espaciales (Dawidowicz & Zrobek, 2016; Kim et al., 2019; Vancauwenberghe, 2018; Vancauwenberghe & van Loenen, 2019); tales como seguridad de la información (Dawidowicz & Zrobek, 2016) o incidentes registrados en un Help Desk (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019). Las decisiones se toman siguiendo un modelo de arquitectura empresarial definido (Srimuang et al., 2017). A nivel ciudadano, existe un proceso y canales más formales para gestionar la opinión pública (Cesarino, 2017; Rahmatika et al., 2019) y el geo portal es utilizado por otros geos portales reconocidos (Oviedo et al., 2015). Por ejemplo; se brinda asistencia técnica a los usuarios que tienen problemas al momento de usar los datos espaciales abiertos de la organización (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019) y se analizan las estadísticas del uso de datos espaciales (Vancauwenberghe, 2018).
- Nivel 5 - Optimizado: Existe un modelo de gobernanza corporativa (Kim et al., 2019) donde se prioriza la investigación (Acharya & Pandey, 2018; Gharaibeh et al., 2018; Kim et al., 2019) e innovación del uso de datos espaciales (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018), con procesos que busquen satisfacer las necesidades de todas las partes interesadas (gobierno, privado y la comunidad) (Johnson et al., 2017; Khan, 2017; Vancauwenberghe & van Loenen, 2018). Se observan iniciativas tanto de la organización como de los actores no gubernamentales por ofrecer capacitaciones (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019), aplicaciones innovadoras, herramientas e investigación (Acharya & Pandey, 2018; Vancauwenberghe & van Loenen, 2018, 2019). En consecuencias se ofrecen servicios electrónicos espacialmente habilitados más avanzados; tal como, servicios de transacciones bidireccionales (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018) o funciones de búsqueda avanzadas (Zhu et al., 2016). Por ejemplo; se realizan digitalmente transacciones públicas complicadas con características espaciales por medio de la innovación y técnicas y métodos de ingeniería.

La matriz de trazabilidad tiene una parte donde describe la fuente que se utilizó para definir cada uno de los niveles de madurez y su significado, se encuentra en el Anexo E.

4.2.1.3 Calificador de empresa

Se definirá una función discriminadora de tipo booleana que servirá para determinar a qué instituciones públicas se le puede aplicar el modelo de medición de la madurez del uso de datos espaciales abiertos en el gobierno electrónico del Perú ya que algunas instituciones tienen un área de aplicación que no requiere de datos espaciales y/o no tienen capacidades y recursos (financieros, tecnológicos, organizativos). Una representación de la función se puede ver en la figura 12.

$$\text{Discrimandor (Área, Capacidades, Recursos)} = \left\{ \text{True ; False} \right\}$$

Figura 12. Representación de la función calificador de empresa

La función implementada se presentará como un diagrama de flujo en la figura 13.

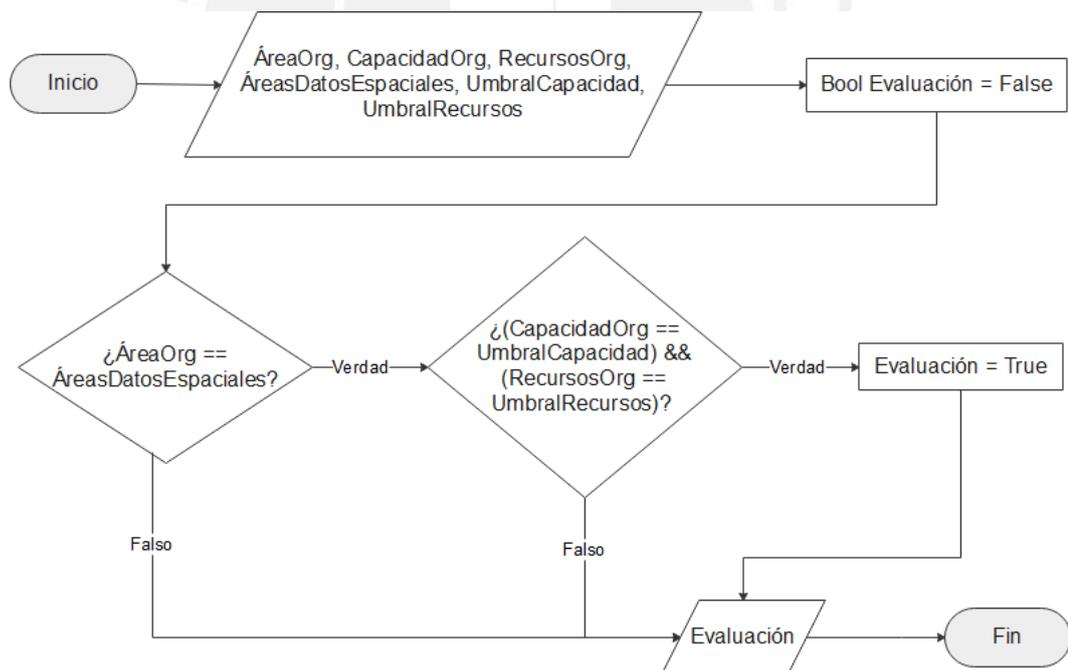


Figura 13. Diagrama de flujo de la función calificador de la empresa

La matriz de trazabilidad tiene una parte donde describe la fuente que se utilizó para definir la función calificador de la empresa y cada uno de los parámetros de entrada y se encuentra en el Anexo E. Un extracto de esta matriz de trazabilidad con los parámetros de entrada de la función calificador de la empresa se puede ver en la tabla 26

Tabla 26. Extracto de la matriz de trazabilidad con los parámetros de entrada de la función calificadora de la empresa

Componente	Descripción	Fuente
Calificador de la empresa	UmbralCapacidad: Se tiene una estructura de administración de la infraestructura de datos espaciales que gestionan bases de datos espaciales (Kalogeropoulos et al., 2019). Además; tienen normas para recolectar y documentar los datos espaciales (Ngereja et al., 2018) y reciben algún tipo de financiación (presupuesto propio o externo de manera pública, privada o usando otros métodos) (Gharaibeh et al., 2018)	(Kalogeropoulos et al., 2019), (Ngereja et al., 2018), (Gharaibeh et al., 2018)
	UmbralRecursos: Se cuenta con los siguientes recursos de TI: se utilizan estándares de OGC (WMS, WFS, WCS y CSW), se tiene publicado un catálogo y metadatos de capa y servicio (De Los Reyes et al., 2017), se cuenta con un geo portal (Dawidowicz & Zrobek, 2016) y se cuenta con una base de datos GIS, un sistema operativo para ejecutar GIS y una configuración de red (LAN, WAN y/o Inalámbricas) (Gharaibeh et al., 2018)	(De Los Reyes et al., 2017), (Dawidowicz & Zrobek, 2016), (Gharaibeh et al., 2018)

4.2.1.4 Incorporación de los criterios de medición de madurez anteriormente adaptados

Los criterios de madurez se deben considerar por ahora a alto nivel como una lista de preguntas sobre ciertos aspectos del uso de datos abiertos espaciales ya que posteriormente en el capítulo 5 se explicará su desarrollo y obtención de manera completa y detallada.

El modelo de madurez organizará los criterios de madurez de las siguiente dos maneras obtenidas en la literatura: las dimensiones del BSC a las que mejor se adaptan y los dominios utilizados por el modelo de madurez del “Open Data Maturity Model (OD-MM)” que se pueden ver junto con su descripción y la cantidad de criterios que la componen en la tabla 27 (Rahmatika et al., 2019).

Tabla 27. Dominios del modelo de madurez del “Open Data Maturity Model (OD-MM)” adaptado de (Rahmatika et al., 2019).

Dominio	Descripción	Cantidad de criterios
---------	-------------	-----------------------

		clasificados en el dominio
Perspectiva legal y establecimiento	Brinda una mirada desde el punto de vista legal y organizacional de la institución pública (Rahmatika et al., 2019).	21
Perspectiva tecnológica	Brinda una mirada de todos los activos software y/o hardware relacionada a una infraestructura tecnológica (Rahmatika et al., 2019).	16
Perspectiva ciudadana y emprendedora	Brinda una mirada de las iniciativas de apertura de los datos espaciales de la institución pública a los diferentes interesados en la sociedad (Rahmatika et al., 2019).	23
TOTAL		60

Esta agrupación nos permitirá analizar con gráficos estadísticos y en dimensiones reducidas las fortalezas y debilidades de la madurez de la institución pública evaluada; tales como, gráficos de barras o radar (araña).

El siguiente paso; consiste en usar el conocimiento del uso de datos espaciales abiertos obtenidos de la revisión sistemática y el marco conceptual para clasificar a cada criterio de madurez según el nivel de madurez al que pertenece. Este proceso consiste en asignar a cada criterio de madurez un atributo de capacidad definido en COBIT 5 PAM, los cuales se usan para determinar en su conjunto para un nivel dado, si un proceso tiene una capacidad adquirida o no (ISACA, 2013c). Además; con fines de aumentar la granularidad los atributos de capacidad se clasificarán en prácticas base (Bps) o prácticas genéricas (Gps) que son definiciones que evidencian su consecución (ISACA, 2013c), pero sin perder de vista el significado establecido anteriormente para las escalas de madurez. La idea es tener una guía lo más estandarizada posible para poder clasificar a un criterio de madurez dado en un nivel de madurez particular.

La matriz de trazabilidad con cada criterio de madurez clasificado según: las prácticas base (Bps) o prácticas genéricas (Gps), el atributo de capacidad al que pertenece (ISACA, 2013c) y la fuente de la información utilizada se encuentra en el archivo en Excel "20123136_LuisSalas_ManuelTupia_MatricesTrazabilidad_EF.xlsx" dentro de la hoja "CriteriosClasificadosNiveles" cuyo vínculo se encuentra en el Anexo F.

Ahora se procederá a realizar la parte final de la adecuación de los criterios de madurez que consiste en establecer una fórmula matemática para determinar el nivel de madurez.

Se homogeniza la lista de criterios de manera tal que tengan las cuatro respuestas siguientes: no, parcialmente, ampliamente y completamente; en la tabla 28 se puede ver el

significado de cada una de ellas junto con sus valores numéricos máximos y mínimos (ISACA, 2013c).

Tabla 28. Valores máximos y mínimos de las respuestas a la lista de criterios obtenido de (ISACA, 2013c)

Respuestas a las preguntas	Significado (Rango de valores)	Valor mínimo (%)	Valor máximo (%)
No	Se cumple de 0% a 15%	0%	15%
Parcialmente	Se cumple de 15% a 50%	16%	50%
Ampliamente	Se cumple de 50% a 85%	51%	85%
Completamente	Se cumple de 85% a 100%	86%	100%

Cada respuesta a un criterio de madurez se traducirá a su valor máximo; por ejemplo, si la respuesta es “No”, se le asigna el valor de 15% y si la respuesta es “Ampliamente”, se le asigna el valor de 85%.

Por cada nivel de madurez se ejecuta la fórmula siguiente adaptada de (Rahmatika et al., 2019):

$$Evaluación\ del\ nivel\ de\ madurez_j = \frac{\left(\sum_{i_j=1}^{n_j} Respuesta\ i_j\right)}{n_j}$$

donde:

- $j = 0,1, \dots, 5$
- *Evaluación del nivel de madurez_j = la nota obtenida en el nivel de madurez j*
- $i_j =$ cada criterio de madurez i que pertenece al nivel de madurez j
- $n_j =$ cantidad de criterios de madurez que pertencen al nivel de madurez j
- *Respuestas $i_j =$*

La respuesta al criterio de madurez i que pertenece al nivel de madurez j

La nota obtenida de cada nivel de madurez se compara contra un umbral para determinar si se ha cumplido a o no con la madurez asignada y en este caso el umbral elegido será de 0.75 que se encuentra cercano al utilizado por COBIT 5 PAM que es de 0.85 (ISACA, 2013c). Además; solo se puede evaluar el siguiente nivel de madurez en caso tenga asignado el nivel anterior de madurez (ISACA, 2013a).

La matriz de trazabilidad tiene una parte donde describe la fuente que se utilizó para definir cada uno de los elementos (dominios de clasificación, la clasificación de los criterios de

medición y la fórmula para asignar el nivel de madurez) de la “Incorporación de los criterios de medición de madurez anteriormente adaptados” con la fuente de donde se basó u obtuvo la información y se encuentra en el Anexo E; un extracto se puede ver en la tabla 29.

Tabla 29. Extracto de la matriz de trazabilidad de los elementos de la “Incorporación de los criterios de medición de madurez anteriormente adaptados”.

Componente	Descripción	Fuente
Incorporación de los criterios de medición de madurez anteriormente adaptados	Valores máximos y mínimos de las respuestas a la lista de criterios	(ISACA, 2013c)
	Fórmula por nivel de madurez	Propio y (Rahmatika et al., 2019)

De la tabla 29, se puede observar por ejemplo que para definir la fórmula por nivel de madurez se utilizó el artículo de (Rahmatika et al., 2019) y se adaptó a las características propias del modelo de medición desarrollado.

Finalmente, en la tabla 30 se puede apreciar como quedan adaptados los criterios de medición a los componentes a alto nivel del modelo de madurez y en el archivo en Excel “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_EF.xlsx” en la hoja “Nivel de Capacidad”, cuyo vínculo se encuentra en el Anexo G, presenta a todos los criterios de madurez adaptados a los componentes a alto nivel. (Kaplan & Norton, 2016)

Tabla 30. Extracto de los criterios de medición adaptados al modelo del Nivel 1 - Ejecutado.

Nº	Dimensión del BSC (Kaplan & Norton, 2016)	Dominios adaptados de (Rahmatika et al., 2019)	Pregunta	Respuesta	Puntaje
Nivel 1 - Ejecutado				Sí	88%
P1	Interna	Perspectiva legal y establecimiento	¿Existen una visión general establecida sobre los datos abiertos espaciales? (Hansen & Schrøder, 2019)	Completamente	100%
P2	Interna	Perspectiva legal y establecimiento	¿Considera que la institución pública tiene los fondos necesarios para desarrollar más su infraestructura de datos espaciales? (Gharaibeh et al., 2018)	Ampliamente	85%

En la tabla 30 se puede apreciar que cada criterio de medición de la madurez está clasificado por las dimensiones del BSC, por los dominios del modelo y por el nivel de madurez al que pertenece; además viene acompañado de una respuesta la cual depende de la institución pública evaluada.

4.2.1.5 Métricas del modelo

El modelo de medición deberá ser monitorizado mediante los valores de sus métricas respecto a cada uno de sus objetivos. Las métricas del modelo miden aspectos relacionados a la gestión de los servicios de TI que utilizan datos espaciales y que, a alto nivel, el modelo de medición pretender mejorar. Estas métricas están relacionadas a un objetivo del modelo, pero pueden complementar también, de manera indirecta, el monitoreo del cumplimiento de otros objetivos del modelo debido a que algunas expanden las variables utilizadas por las otras métricas (Brooks, 2012).

Se utilizarán las métricas del ciclo de vida del servicio de TI reconocidas y validadas con la intención de ver el efecto de cada uno de los objetivos (Brooks, 2012) del modelo en la institución pública que lo utilice que además permitirá su mejora y ajuste cada vez mayor. Sin embargo; en vez de referirnos a servicios de TI, se adaptarán para que sean específicas al contexto del problema que son servicios de gobierno electrónico que utilizan datos espaciales abiertos.

Las siete métricas desarrolladas con su identificador y nombre, se muestra en la tabla 31.

Tabla 31. Métricas del modelo adaptadas de (Brooks, 2012).

Identificador	Nombre de la métrica
Métrica_01	Nivel de satisfacción de los usuarios de la solución y servicios que usan datos espaciales
Métrica_02	Nivel de uso del diseño de los servicios de gobierno electrónico que usan datos espaciales
Métrica_03	Infracciones o quejas de los servicios de gobierno electrónico que usa datos espaciales
Métrica_04	Satisfacción del cliente con la mejora continua de los servicios basados en el uso de datos espaciales
Métrica_05	Número de errores causados por la gestión de la configuración y los activos de los servicios que utilizan datos espaciales
Métrica_06	Satisfacción del cliente con la gestión de la configuración y los activos del servicio que utilizan datos espaciales que forman parte de la infraestructura de datos espaciales de la institución pública
Métrica_07	Incidentes resueltos dentro del SLA de la interoperabilidad de datos espaciales

Por ejemplo, en la tabla 31, se puede observar que la “Métrica_03” identifica si la institución pública que utilizó el modelo de medición para mejorar su nivel de madurez pasado un medio o largo plazo ha dejado de tener infracciones o incumplimientos regulatorios respecto a sus servicios de gobierno electrónico que usan datos abiertos espaciales.

Cada métrica viene acompañada de un contexto que describe sus principales características para evitar su confusión al momento de calcularla, utilizarla y/o interpretarla (Brooks, 2012). Las características utilizadas para describir las métricas son: nombre de la métrica, identificador, objetivo al que se encuentra alineado para medirlo directamente, la unidad de medida, el propósito, la fórmula para su cálculo objetivo, el instrumento de medición para obtener la medida, la frecuencia de medición, el responsable de efectuar la medición y el responsable de tomar acción(es) respecto a su resultado. Se puede ver el detalle de la métrica del primero objetivo del modelo “Maximizar el valor agregado de los servicios basados en datos espaciales” en la tabla 32 y el detalle de todas las métricas se encuentra en el Anexo H.

Tabla 32. Detalle de la métrica “Métrica_01” del primer objetivo del modelo adaptado de (Brooks, 2012).

Nombre	Nivel de satisfacción de los usuarios de la solución y servicios que usan datos espaciales
Identificador	Métrica_01
Objetivo alineado	Maximizar el valor agregado de los servicios basados en datos
Unidad de medida	Porcentaje de satisfacción (%)
Propósito	Se mide el valor que otorga para los usuarios (ciudadanos u otra institución pública) la solución o servicio digital que use datos espaciales, para ver si cubre sus necesidades
Fórmula	$\% \text{ de satisfacción} = \frac{(\# \text{ Nivel de satisfacción de los usuarios de la solución})}{(\# \text{ Servicios que usan datos espaciales})} * 100\%$
Instrumento de medición	Se mide con una encuesta de satisfacción en donde se debe preguntar si el servicio ha sido útil o no; si el uso de datos espaciales favoreció o no a esa utilidad; si el uso de datos espaciales fue intuitivo, fácil, poco complicado; posibilidad de volver a usar el servicio o servicios parecidos basados en datos espaciales.
Frecuencia	Mensual
Responsable de efectuar la medición	El área y/o gerencia de Sistemas – TI – Informática de la entidad pública quien recabará las respuestas y las almacenará y convertirá en reporte, para la posterior toma de decisiones al respecto

Responsable de tomar acción(es)	El área y/o gerencia propietaria de los procesos involucrados en la prestación de servicios basados en datos espaciales
--	---

En la tabla 32 se puede ver la fórmula y el periodo de tiempo necesarios para hallar la “Métrica_01” que es el porcentaje de satisfacción de los usuarios que usan servicios de TI relacionados con los datos abiertos espaciales. La intención final es poder controlar si los objetivos del modelo se consiguen por la institución pública que lo adoptó.

La matriz de trazabilidad tiene una parte donde describe la fuente que se utilizó para definir cada una de las métricas del modelo y se encuentra en el Anexo E; un extracto se puede ver en la tabla 33.

Tabla 33. Extracto de la matriz de trazabilidad de las métricas del modelo.

Componente	Descripción	Fuente
Métricas del modelo	Métrica_01: Nivel de satisfacción de los usuarios de la solución y servicios (Brooks, 2012) que usan datos espaciales	(Brooks, 2012)
	Métrica_02: Nivel de uso del diseño de los servicios de gobierno electrónico (Brooks, 2012) que usan datos espaciales	(Brooks, 2012)

En la tabla 33 se puede observar por ejemplo que “Métrica_02” que sirve para saber cuántos servicios de gobierno electrónico que usan datos espaciales de la institución pública que adoptó el modelo de medición se volvieron a diseñar siguiendo las recomendaciones ofrecidas por el modelo según su nivel de madurez establecido.

4.2.1.6 Responsabilidades y prácticas de aplicación del modelo

La definición de los roles y sus responsabilidades para la aplicación del modelo de medición se definieron utilizando: la “Guía del Evaluador: Usando COBIT 5” fuertemente relacionado a COBIT 5 PAM (ISACA, 2013b) y la naturaleza del modelo de evaluación. Los roles junto con su definición y características se presentan en la tabla 34.

Tabla 34. Roles y sus características adaptado de (ISACA, 2013b)

Rol	Definición y características
Patrocinador	Contacto de la institución pública con la jerarquía para autorizar la realización de la medición de la madurez, puede ser también el “Responsable de los datos espaciales”
Evaluador	Realiza un seguimiento a la ejecución de la guía de aplicación del proceso de evaluación
Responsable de los datos espaciales	Personal de la institución pública relacionado al área de datos espaciales y/o trabajador del área (Kalogeropoulos et al., 2019; Ngereja et al., 2018)

Los roles mencionados en la tabla 34 tienen asignados responsabilidades y prácticas al momento de aplicar el modelo de medición las cuales se presentan en la tabla 35.

Tabla 35. Roles y responsabilidades para la aplicación del modelo de medición adaptados de (ISACA, 2013b)

Rol	Responsabilidad(es) y prácticas
Patrocinador	A) Aprobar el ámbito de la evaluación
	B) Aceptar los resultados de la evaluación en nombre de la institución pública
	C) Motivar y facilitar que el responsable de los datos espaciales se someta a la evaluación
Evaluador	A) Garantizar que los participantes estén informados del fin de la evaluación y tengan acceso a la guía de aplicación
	B) Confirmar la obtención de los resultados finales de la evaluación
Responsable de los datos espaciales	A) Responder a conciencia los criterios de medición de la madurez del uso de datos espaciales

La matriz de trazabilidad tiene una parte donde se describe la fuente que se utilizó para identificar y definir las responsabilidades y prácticas de aplicación del modelo y se encuentra en el Anexo E; un extracto se puede ver en la tabla 36

Tabla 36. Extracto de la matriz de trazabilidad de las responsabilidades y prácticas de aplicación del modelo

Componente	Descripción	Fuente
Responsabilidades y prácticas de aplicación del modelo	Definición y características del "Responsable de los datos espaciales"	(Kalogeropoulos et al., 2019), (Ngereja et al., 2018)
	Responsabilidad(es) y prácticas del "Patrocinador"	(ISACA, 2013b) y propio

4.2.1.7 Hoja de ruta para construcción del modelo

La construcción del modelo de medición utilizó el marco lógico como herramienta para la investigación inicial y posteriormente se definieron sus componentes característicos y en base a la revisión sistemática y algunos marcos de evaluación de procesos reconocidos tales como COBIT 5 PAM, se creó el modelo de medición. La hoja de ruta completa con las actividades, descripciones y un aproximado de la duración se pueden ver en el Anexo I; un extracto se puede ver en la tabla 37.

Tabla 37. Extracto de la hoja de ruta para construcción del modelo

ID	Actividad	Descripción	Duración final aproximando
5	Revisión de COBIT 5 PAM	Se revisó la teoría del marco de evaluación de procesos basados en COBIT 5	Cinco semanas
6	Lista de criterios para medir la madurez	Se volvió a re leer y analizar los estudios primarios con más conocimiento del uso de datos espaciales abiertos para extraer los criterios de evaluación. Primero se obtuvo una lista preliminar extensa y luego se ajustó eliminando los repetidos y mejorando la redacción para hacerlos en forma de pregunta y según la realidad peruana; tal como, leyes y regulaciones locales y organismos coordinadores	Tres semanas

La matriz de trazabilidad en el Anexo E tiene una parte donde se encuentra la hoja de ruta para construcción del modelo y la fuente de información utilizada para su desarrollo. La matriz de trazabilidad en su formato extendido con todos los componentes a alto nivel trazados con la fuente de información utilizada se encuentra en el archivo en Excel “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_MatricesTrazabilidad_EF.xlsx” dentro de la hoja “TrazabilidadComponentesAltoN” cuyo vínculo se encuentra en el Anexo F.

4.3 Discusión

En general, los componentes a alto nivel aquí desarrollados tienen la intención de facilitar el procesamiento de los resultados obtenidos por los criterios de medición guiándonos en marcos internacionales de evaluación de procesos y buenas prácticas a alto nivel del uso de datos abiertos espaciales.

Los objetivos del modelo sirven para dar prioridad a los diferentes usos de datos espaciales abiertos que se van a evaluar, de manera que se tenga claro que es lo que busca el modelo ya que en la revisión sistemática cada modelo apunta a objetivos distintos. En este caso principalmente, se busca entender la configuración del uso de datos espaciales abiertos en una institución pública y asignarle un nivel de madurez haciendo énfasis en las buenas prácticas que debería seguir. Si se buscará generalizar el resultado tendría que verse desde una perspectiva mundial, de manera que se busque conciliar todos los intereses de los países del mundo. La limitación se encuentra en que no existen estudios realizados en Perú en el estado del arte, que muestren cuáles son los requisitos que debería perseguir este modelo de evaluación; por lo tanto, se debe encontrar bajo un análisis de los casos en otros países los que más se adapten por similitud a la realidad peruana.

Las escalas de madurez sirven para clasificar las buenas prácticas del uso de datos abiertos espaciales en cinco niveles. En la revisión de la literatura se suele utilizar menores niveles porque se basan en ciertos aspectos y principios del gobierno abierto que desean evaluar los cuales no siempre son cinco. Sin embargo, en este caso utilizamos cinco niveles ya que nos basamos en el estándar de mejora de procesos COBIT 5 PAM, la cual utiliza cinco niveles de madurez (ISACA, 2013c). La generalización en este caso podría hacerse fácilmente ya que la herramienta COBIT 5 PAM es un marco de evaluación de procesos internacionalmente reconocido y basado en normas ISO (ISACA, 2013c), lo único que habría que ajustar un poco sería en el significado de cada escala de madurez. Las limitaciones están relacionadas a la falta de clasificación de las buenas prácticas del uso de datos espaciales en la literatura respecto a los procesos de COBIT 5 que facilitan la ejecución del marco de evaluación COBIT 5 PAM.

Respecto al significado de cada escala da entender a grandes rasgos lo que se espera de una institución pública que use datos espaciales para ser clasificada en una de estas categorías. En el estado del arte hay muy poca información del significado de cada escala; por lo tanto, en su mayoría ha sido el producto de un análisis poder definirlos. Si se deseara generalizar habría que ejecutar pruebas en la vida real para ver si realmente clasifica correctamente los rasgos de un nivel de madurez, lo anterior también es su limitante principal.

El clasificador de la empresa sirve para saber a qué institución pública valdría el esfuerzo realizar la medición del uso de datos espaciales abiertos ya sea porque su competencia así lo requiera o porque tiene los recursos y capacidades básicos. En la revisión sistemática realizada, no se ha encontrado evidencia de una función similar, pero sí de la definición de recursos y capacidades básicos, los cuales se han extraído para ayudar a definir los parámetros de entrada de la función clasificador. La generalización en este caso, podría realizarse al descartar totalmente la función y hacer que aplique a cualquier institución pública o tratar de hacer otra investigación que busque entender las necesidades, recursos y capacidades en promedio de todas las instituciones públicas del mundo. Las limitaciones en este caso, es que no se sabe de antemano si los recursos y capacidades establecidos realmente reflejan el nivel básico de una institución pública en el contexto del estado peruano.

Incorporación de los criterios de medición de madurez anteriormente adaptados se ha realizado siguiendo el conocimiento adquirido de datos espaciales, el modelo de madurez

“Open Data Maturity Model (OD-MM)” (Rahmatika et al., 2019) y el estándar de evaluación de procesos COBIT 5 PAM (ISACA, 2013c) con lo cual se tiene la estructura final que medirá el nivel de madurez del uso de datos espaciales en una institución pública. La generalización se puede realizar en este punto, solo mediante repetidas ejecuciones del modelo para ajustar las fórmulas matemáticas tal como asignarle un peso o cambiar a un criterio de nivel para que reflejen lo más que se pueda la realidad del uso de datos espaciales abiertos de una institución pública. La limitante es que se requiere ejecutar en la vida real, lo cual muchas veces no es fácil debido a que debe ser completado por el personal capacitado y con un alto cargo en el área de datos espaciales de una institución pública.

Las métricas del modelo buscan dar un indicador objetivo de la realidad de los resultados obtenidos por las instituciones públicas que apliquen el modelo de madurez construido respecto a los objetivos que busca el modelo de madurez; lo cual, podría sugerir mejoras al modelo o comprobar su perfecta alineación con lo definido. Por otro lado, los modelos de madurez del uso de datos espaciales abiertos, identificados en la revisión del estado del arte presentan pocos objetivos y ninguna métrica asignada para monitorearlos, lo cual es una ventaja que el modelo construido ofrece. Las métricas se podrían generalizar si se enmarcara el modelo de madurez completamente en un marco superior de gobierno y gestión de TI como COBIT 5, de manera que las métricas de este marco superior también sirvan para medir los objetivos del modelo de madurez de su interior. En cuanto a las limitaciones se han identificado lo siguiente: las métricas son específicas a los objetivos que el modelo de madurez construido pretende y al uso de datos abiertos espaciales y contempla solo los procesos de gobierno y gestión de un servicio de TI que utilice datos abiertos espaciales en sus diferentes ciclos de vida.

Las responsabilidades y prácticas de aplicación del modelo sirven para definir en la institución pública los roles necesarios para realizar la medición de la madurez. En el estado del arte se observó que los encuestados eran representantes o trabajaban en el área de datos espaciales de una institución pública. Este componente ya se encuentra generalizado para las particularidades del modelo de medición construido.

La hoja de ruta para construcción del modelo sirve como una guía para quien dese construir un modelo similar o analizarlo para darle validez al proceso. No se menciona en el estado del arte la hoja de ruta de la construcción de los modelos de madurez. Este componente ya se encuentra generalizado para las particularidades del modelo de medición construido.

Todos los componentes a alto nivel del modelo de medición desarrollados en esta sección tienen como objetivo crear un diseño estándar de componentes a alto nivel basados en buenas prácticas del uso de datos espaciales adaptados a la realidad peruana, desde una perspectiva de evaluación, la cual fácilmente puede utilizarse para definir un modelo desde una perspectiva de gobierno y gestión de TI.



Capítulo 5. Criterios para la medición de la madurez del uso de datos espaciales

Este capítulo se encuentra dividido en introducción, resultados alcanzados y discusión.

5.1 Introducción

Se presentará el desarrollo del objetivo específico 1: “Definir los criterios de medición de la madurez para el uso de datos espaciales en instituciones públicas”, mediante su resultado esperado 1: “Lista de criterios para medir la madurez del uso de datos espaciales”.

La motivación para alcanzar este objetivo es que la lista de criterios para medir la madurez del uso de datos espaciales abiertos es considerada el centro y uno de los principales componentes del modelo de medición que se está desarrollando. Además; el uso correcto de datos espaciales abiertos es un tema complejo por las diferentes aplicaciones encontradas en cada país, en consecuencia, encontrar las buenas prácticas y siguiendo lo reportado en el estado del arte, garantizará beneficios a la gobernanza y a los ciudadanos de un país. La lista de criterios para medir la madurez del uso de datos espaciales abiertos que se obtendrá pretende considerar solo las buenas prácticas que garanticen el desarrollo de un país respecto a los servicios de gobierno electrónico que usen datos abiertos espaciales.

Los criterios para medir la madurez del uso de datos espaciales abiertos se presentarán como preguntas que tienen la intención de recolectar evidencia que justifique la asignación de un nivel de madurez. No son criterios simples y generales de cualquier tema sino son criterios específicos relacionados a las buenas prácticas del uso de datos espaciales abiertos en el gobierno electrónico.

La lista de criterios para medir la madurez considera diferentes aspectos relacionados a la capacidad del uso de datos espaciales en el gobierno electrónico y van desde simples hasta complejas; es decir, los criterios de medición serán una combinación de preguntas avanzadas, intermedias o simples de lo documentado en la literatura sobre el uso de datos espaciales abiertos. Finalmente se obtuvieron 60 criterios que, entre otras cosas, tratan de superar la dificultad de evaluar la madurez del uso de datos espaciales abiertos en una institución pública mediante una encuesta. Algunas preguntas vienen con ejemplos aclaratorios que también pueden tener un efecto de sensibilización de quién está leyéndolas sobre el uso de datos espaciales abiertos documentados en la literatura, lo cual aumenta su valor.

Las herramientas que se utilizarán son: una revisión sistemática extensa para asegurarnos de obtener una buena base literaria del uso de datos espaciales abiertos y el modelo de evaluación de procesos "COBIT 5 PAM" para obtener las funciones que requiere implementar este componente del modelo de madurez.

En resumen, desde un punto de vista informático y en términos generales los aspectos considerados para definir la madurez del uso de datos espaciales se pueden clasificar en: organizativos, legales y estándares, tecnológicos e iniciativas del uso de datos abiertos en la sociedad. Además; se debe considerar que el ente a evaluar puede ser una simple oficina o una infraestructura de datos espaciales; lo cual, constituye una restricción al momento de seleccionar las preguntas a utilizar tanto en su extensión como en su naturaleza.

5.2 Resultados alcanzados

La infraestructura de datos espaciales son un conjunto gobernando de componentes organizativos y tecnológicos que facilitan el acceso y uso de los datos espaciales (Jarar Oulidi, 2019). Por lo tanto, el conjunto de elementos de las infraestructuras de datos espaciales puede tener distintos niveles de prioridad y relación que se evidencia de manera directa con el uso de los datos espaciales que gestionan y almacenan.

En el estado del arte para medir el uso de datos espaciales en el gobierno electrónico se suele partir de unos criterios base tal como los principios de los datos abiertos y luego cada método utilizado va agregando otros particulares. Por lo tanto, los criterios que se utilizarán recopilan los criterios base y las particularidades más interesantes de cada método.

Además; se hace una abstracción de las aplicaciones de datos espaciales del estado del arte para obtener el criterio interno que motiva su implementación que luego serán procesados para determinar, si es adecuada su selección para el modelo de medición en base a unos criterios de selección definidos previamente.

El gobierno electrónico busca usar tecnologías de la información para brindar servicios públicos con la intención de mejorar su eficiencia y eficacia (Karen Layne, 2001); por lo tanto, en el análisis realizado para seleccionar los criterios de medición del uso de datos espaciales se considera que estén alineados a la optimización de la función pública.

En resumen, la lista final de criterios de medición preguntará sobre las tecnologías de la información que utiliza una institución pública para brindar servicios de gobierno electrónico que utilizan datos espaciales abiertos con el fin de obtener evidencias para hacer un juicio razonable y correcto del nivel de madurez en el que se encuentran.

Las actividades necesarias para completar el alcance del resultado esperado 1: “Lista de criterios para medir la madurez del uso de datos espaciales” son:

- Identificación en la literatura: utilizar todos los estudios primarios identificados por la revisión sistemática en búsqueda de las buenas prácticas del uso de datos espaciales abiertos en el gobierno electrónico de un país o región
- Seleccionar los criterios utilizados para la medición: Seleccionar solo los criterios del uso de datos espaciales abiertos relacionados a procesos de negocio, activos de información, servicios brindados a los ciudadanos con datos espaciales, objetivos de interoperabilidad y necesidad y uso de servicios de gobierno electrónico
- Adaptación para el escenario de la tesis: Volver a redactar los criterios en forma de preguntas y ajustarlos a la realidad de un país y más específicamente al contexto peruano.

El desarrollo detallado de cada una de las actividades anteriormente descritas se presentará conjuntamente en el siguiente apartado.

5.2.1 Identificación en la literatura y criterios de medición

La literatura utilizada serán todos los estudios primarios utilizados en la revisión sistemática que se pueden encontrar con mayor detalle en la sección 3.6.3. Estudios primarios. Un extracto se puede ver en la tabla 38 y la lista completa se encuentra en la tabla 16.

Tabla 38. Estudios primarios utilizados para la identificación de la literatura

Id	Referencia	Título
2	(Kim et al., 2019)	The strategies of advanced local spatial data infrastructure for Seoul Metropolitan Government.
3	(Kalogeropoulos et al., 2019)	A survey of the Geoinformatics use for census purposes and the INSPIRE maturity within Statistical Institutes of EU and EFTA countries.

Primero se establece que los criterios seleccionados deberían tratar sobre: procesos de negocio, activos de información, servicios brindados a los ciudadanos con datos espaciales, objetivos de interoperabilidad y necesidad y uso de servicios de gobierno electrónico. Luego, se procederá a utilizar la revisión sistemática con el fin de analizar y extraer los criterios del uso de datos espaciales abiertos en el gobierno electrónico que cumplan con los criterios de selección anteriormente identificados.

De este modo, se identificó solo la literatura que contenga criterios de madurez diferentes y pertinentes a los objetivos del modelo y en el caso de que la literatura revisada no contara con los requisitos mencionados se descartaba. Al final se obtuvo una lista extensa preliminar de criterios de medición sin procesar mapeados con su respectivo estudio primario que le dio origen.

El marco de evaluación de procesos COBT 5 PAM utiliza para obtener un juicio riguroso sobre la capacidad, entre los niveles 2 y 5, de un proceso indicadores de la capacidad del proceso. Cada indicador de capacidad del proceso está asociado a un atributo del proceso y a un nivel de madurez. Las prácticas genéricas y producto de trabajo genérico evidencian para cada atributo de un nivel definido su consecución (ISACA, 2013c).

En este caso; las prácticas genéricas y sus productos de trabajo genéricos (ISACA, 2013c) se definirán en términos del uso de datos abiertos espaciales que los llamaremos criterios de medición y se usarán para determinar el nivel de madurez de un proceso.

Luego de extraer de la literatura identificada del estado del arte, los criterios de medición sin procesar, se procederá al procesamiento final que consiste en la redacción, refinamiento y ajuste de manera tal que se enfoque a la medición del uso de datos espaciales abiertos en el gobierno electrónico de una institución pública y a la realidad peruana, pero sin cambiar su sentido. De esta manera se obtuvo la lista final procesada de los criterios de medición que consta de 60 criterios. Finalmente, cada criterio de medición se mostrará como una pregunta y su respuesta se dará en una escala Likert para lo cual se utilizarán dependiendo del contexto de la respuesta dos niveles, tres niveles o cuatro niveles. En el caso de usar dos o tres niveles las respuestas se darán en los términos de la pregunta. Por otro lado, en el caso de usar cuatro niveles de respuesta, se utilizará en la mayoría de los casos, la terminología de COBT 5 PAM para evidenciar el cumplimiento del criterio preguntado la cual será: no, parcialmente, ampliamente y completamente (ISACA, 2013c). La lista de los 60 criterios para la medición de la madurez del uso de datos espaciales abiertos se encuentra en el Anexo J y un extracto se puede ver en la tabla 39 junto con el criterio de selección utilizado para extraerlo de la literatura del estado del arte.

Tabla 39. Extracto de los criterios de medición de la madurez del uso de datos espaciales abiertos.

ID	Pregunta	Criterio selección
45	¿Los datos están disponibles para cualquier persona sin ningún requisito de registro u otra restricción de acceso? (Khan, 2017) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Procesos de negocio
46	¿Existen mecanismos interinstitucionales para coordinar las cuestiones de TIC, tales como, cuestiones técnicas? (Khan, 2017) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Objetivos de interoperabilidad
47	¿Existe un liderazgo político visible para datos abiertos y acceso a la información en la institución pública? (Khan, 2017) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Objetivos de interoperabilidad
48	¿Existen recursos o se han identificado para financiar el desarrollo de aplicaciones y servicios de gobierno electrónico que utilizarán datos abiertos? (Khan, 2017) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Activos de información

Por cada pregunta se deberá escoger la opción que más representa la realidad de la institución pública evaluada. Por ejemplo:

- **la pregunta 45:** busca identificar si existen barreras tecnológico u organizativas que impiden el fácil acceso de los ciudadanos a los datos espaciales para ser considerados abiertos.
- **la pregunta 47:** busca identificar si la persona evaluada considera que el liderazgo tanto en responsabilidades asignadas, controles y documentos organizativos en su conjunto facilitan las iniciativas de los datos abiertos.

Las preguntas mostradas en conjunto con las demás servirán para hacer la clasificación de la madurez del uso de datos espaciales abiertos de la institución pública evaluada.

Un extracto de la matriz de trazabilidad que relaciona de qué estudios de la literatura identificada fue obtenida la información de cada uno de los criterios de medición ya adaptados, se muestra en la tabla 40 y la matriz de trazabilidad completa y detallada con los 60 criterios se muestra en el Anexo K.

Tabla 40. Extracto de la matriz de trazabilidad de los criterios de medición

ID	Paper(s)	Pregunta
13	(De Los Reyes et al., 2017)	¿Utiliza los estándares de la OGC (WMS, WFS, WCS y CSW) para la interoperabilidad de sus servicios web? (De Los Reyes et al., 2017) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
14	(De Los Reyes et al., 2017)	¿Tienen los metadatos de las capas de los datos espaciales, información sobre la calidad, fecha del dato y plan de actualización? (De Los Reyes et al., 2017) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
15	(Vancauwenberghe, 2018)	¿Su política y estrategia de datos abiertos considera la relación de los procesos, responsabilidades, plazos, recursos y estándares de reutilización de la información? (Vancauwenberghe, 2018) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
16	(Vancauwenberghe, 2018), (Khan, 2017)	¿Los datos abiertos están disponibles en un formato legible y gratuito por la computadora del cliente (Khan, 2017; Vancauwenberghe, 2018), por ejemplo, hoja de cálculo en Excel, archivos CSV y XML (Khan, 2017)? <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente

La matriz de trazabilidad indica los estudios del estado del arte utilizados para definir cada uno de los criterios de medición. En algunos, casos se utilizaron más de un estudio para definir un criterio de medición ya que preguntaban cosas similares, pero aclaraban, complementaban y/o ejemplificaban el sentido del criterio de medición. Por ejemplo:

- **la pregunta 13:** busca identificar si la institución pública utiliza servicios web estándares para gestionar la apertura de sus datos espaciales, es una pregunta relacionada al aspecto tecnológico y fue obtenida del artículo escrito por (De Los Reyes et al., 2017)
- **la pregunta 16:** busca identificar el formato de descarga de los datos espaciales para saber, si es un formato gratuito y fácilmente accesible o no, es una pregunta del aspecto tecnológico y fue obtenida de los artículos escritos por (Vancauwenberghe, 2018) y (Khan, 2017)

Utilizando de este modo la matriz de trazabilidad, cualquier investigador que revise los estudios primarios identificados debería obtener los mismos criterios de medición de la madurez identificados y/o entender a más profundidad el sentido de la pregunta. De esta manera, se verifica y se tiene una trazabilidad de la fuente que dio origen a cada uno de los 60 criterio de medición de la madurez del uso de datos espaciales abiertos que fueron

seleccionados según los criterios de selección por cada estudio primario del estado del arte. La matriz de trazabilidad en su formato extendido se encuentra en el archivo en Excel “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_MatricesTrazabilidad_EF.xlsx” dentro de la hoja “TrazabilidadCriteriosMadurez” cuyo vínculo se encuentra en el Anexo F.

5.3 Discusión

Los 28 estudios primarios del estado del arte entre artículos y capítulos de libro revisados aumentan la posibilidad de cubrir todas las dimensiones de los diferentes niveles del uso de datos abiertos espaciales en el gobierno electrónico; lo cual implicaría extraer diversos criterios de medición fundamentados por los distintos autores, que ayuden a realizar una evaluación lo más objetiva posible. En consecuencia, a lo anterior, se obtuvieron 60 criterios de medición lo cual significa que hay muchas variables relacionadas que miden el uso de datos abiertos espaciales en una institución pública. Este resultado se encuentra alienado a la definición del marco conceptual del uso de datos abiertos espaciales que según (Jarar Oulidi, 2019) se encuentra compuesto por normas y estándares de interoperabilidad, políticas, tecnologías de la información y conjuntos de datos espaciales. Por lo tanto; la cantidad de combinaciones de configuraciones del uso de datos espaciales abiertos es un número grande y por ende sus criterios de evaluación también lo son. Los criterios de medición extraídos pretenden ser considerados como criterios estandarizados para medir la madurez del uso de datos espaciales en el gobierno electrónico ya que buscan cubrir la mayoría de los aspectos relacionados al tema.

Según lo encontrado en la revisión sistemática de este proyecto de tesis; los investigadores han abordado diferentes métodos y enfoques donde priorizan ciertos aspectos respecto a otros para evaluar el uso de los datos espaciales abiertos en cada país donde se realizó; por ejemplo, se realizaron encuestas cualitativas y cuantitativas, investigación documentaria y modelos de madurez. Una característica en común es que muchos priorizan evaluar los principios de los datos abiertos y luego le agregan ciertos aspectos geográficos a la evaluación. Por lo tanto; lo que se buscaba hacer era encontrar los criterios de medición entre todas esas evaluaciones que abarcaran lo más que se pueda los diferentes factores y adaptarlos a la realidad peruana. Las principales adaptaciones tienen que ver con características propias de cada país; por ejemplo, los países europeos están obligados a cumplir la normativa INSPIRE respecto a su infraestructura de datos espaciales pero el Perú no está regido de esta manera imperativa por algún órgano internacional similar y/o muchas evaluaciones son a nivel de un país en su conjunto motivo por el cual se adaptó a

las competencias de una institución pública y se descartó las otras. Además; dependiendo de cada caso, las preocupaciones por la interoperabilidad varían, pero en el fondo todas forman parte del mismo problema; por lo tanto, se pretende tratar de evaluar lo más que se pueda este aspecto que es sumamente importante cuando nos referimos al uso de datos espaciales abiertos en el gobierno electrónico.

Un aspecto importante respecto a los criterios de medición obtenidos es que brindarán al evaluado ejemplo de usos de datos espaciales abiertos que posiblemente desconocía lo cual terminará dando en cierta medida una sensibilización del tema.

En concordancia con lo afirmado por (Srimuang et al., 2017) no existe un marco de evaluación de datos gubernamentales abiertos adecuado para las circunstancias específicas de cada país debido a las leyes y regulaciones particulares. Entonces; si se quiere generalizar los resultados obtenidos habría que crear un modelo de evaluación dinámico para que acepte la presencia o ausencia de ciertas competencias de un país o región. Por otro lado; (Schade et al., 2020) menciona sobre el uso de datos espaciales abiertos que cada entidad tiene intereses que son dinámicos, presencia de problemas de heterogeneidad semántica y de capacidades educativas; y si a estas variables se le suma el aumento tecnológico que estamos teniendo cada año y la forma diferente de trabajar de cada institución pública en cada país, se vuelve complejo controlarlas y enmarcarlas en un modelo de evaluación.

Una limitación que se debe reconocer es que aún puede haber una mayor literatura por revisar si se consideran las bases de datos propias de cada universidad en el mundo u otras organizaciones de investigación lo cual hubiera aumentado, refinado o justificado tal vez un poco más los criterios de medición; sin embargo, hubiera extendido mucho más el tiempo de realización del proyecto y muy posiblemente dado una cantidad no mucho mayor a la revisada ya no se encontrarían nuevos criterios de medición tal como sucedió en este trabajo de tesis. En conocimiento de esta limitación y con la intención de disminuirla, se revisó de la manera más amplia posible tres bases de datos prestigiosas en el mundo de los estudios primarios sobre el uso de datos espaciales abiertos. Otra limitación es que como lo mencionan (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018) los cuatro países (Reino Unido, Finlandia, Dinamarca y Países Bajos) más avanzados en infraestructuras de datos espaciales abiertos en Europa aún están lejos de ser una infraestructura verdaderamente abierta; por lo tanto, esto implicaría que el uso de sus datos espaciales abiertos en la vida real aún es menor a lo definido por la teoría que conlleva a la falta de ejemplos avanzados

prácticos de este concepto que dificulta a su vez el establecer criterios de medición más allá de lo conocido.



Capítulo 6. Modelo de medición del nivel de madurez construido

Este capítulo se encuentra dividido en introducción, resultados alcanzados y discusión.

6.1 Introducción

Se presentará el desarrollo del objetivo específico 3: “Implementar y documentar los componentes del modelo”, mediante su resultado esperado 1: “Modelo de medición del nivel de madurez construido”. La motivación para alcanzar este objetivo es que cualquier institución pública del Perú que utilice datos espaciales, ejecute el modelo de medición construido y obtenga sus beneficios (reporte de madurez), sin entrar en detalles del proceso de construcción.

Se desarrollará y presentará la documentación que utilizará el usuario final del modelo de medición para analizar su madurez del uso de datos espaciales abiertos en su gobierno electrónico de manera independiente. También podría considerarse como el manual de usuario del modelo de medición que capacita sobre la manera adecuada de utilizarlo.

La diagramación del Modelo OSD – MM es una representación a alto nivel donde se muestran los elementos del modelo de medición organizados en las capas principales y complementarias de acuerdo con el rol que cumplen dentro del modelo de medición. Sirve para tener una idea global de las relaciones y las partes más importantes del modelo, así como de las partes que pueden cambiarse sin generar muchos cambios al modelo de medición.

La guía de aplicación del modelo consta de un flujo de actividades que deben planificarse y ejecutarse con la intención de conseguir los mejores resultados de aplicar el modelo de medición en una institución pública y gestionar la evidencia que se desprende de su ejecución para sustentar la toma de decisiones por parte de alta dirección.

El protocolo de reporte del modelo se utiliza para analizar y documentar los resultados de la ejecución del modelo de medición a una institución pública. Lo más resaltante de este documento es: la descripción de las estadísticas que utilizará el modelo de medición para analizar los resultados obtenidos y las recomendaciones que se le otorgará a la institución pública evaluada para subir su nivel de madurez del uso de datos abiertos espaciales.

El cuestionario para validación del modelo por los expertos forma parte del proceso de mejora continua del modelo ya que permite que profesionales expertos en la materia den su retroalimentación en base a su experiencia sobre la correctitud de los componentes

principales del modelo de medición para proceder a mejorarlo posteriormente. Por lo tanto, consta de una serie de preguntas sobre el funcionamiento del modelo en general.

6.2 Resultados alcanzados

El resultado presentado consta de una serie de documentos utilizados por los usuarios finales que desean ejecutar el modelo de medición de manera independiente. En el estado del arte no se hace mención en detalle y de manera directa a estos documentos en los modelos de medición presentados; sin embargo, se puede observar algunos ejemplos de aplicaciones que pueden brindar una idea del procedimiento de ejecución; por ejemplo, la ejecución de encuestas, entrevistas o investigación documental.

Los resultados se desarrollarán utilizando: la “Guía del Evaluador: Usando COBIT 5” que es un modelo para ejecutar “COBIT 5 PAM” (ISACA, 2013b) y se adaptará a lo que requiere el modelo, pero procurando no perder el rigor de una evaluación reconocida (ISACA, 2013c); además, se agregará algunos aspectos propios del modelo de medición; por ejemplo, para reportar los datos se definirán variables aleatorias (estadísticas) particulares y la ejecución del modelo se encuentra limitada solo a las responsabilidades que la componen mas no a todas las establecidas en el estándar.

Las actividades necesarias para completar el alcance de este resultado esperado son:

- diagramar la representación del modelo: diagrama a alto nivel de los componentes del modelo y sus relaciones organizados en capas principales y complementarias
- guía de aplicación del modelo: flujo de actividades para realizar la medición de la madurez del uso de datos espaciales abiertos
- protocolo de reporte del modelo: informe con el nivel de madurez obtenido, estadísticas de desempeño y recomendaciones para subir de nivel de madurez
- cuestionario para validación del modelo por los expertos: preguntas a los expertos en datos espaciales sobre la construcción de los componentes del modelo de medición

6.2.1 Diagramar la representación del modelo

El diagrama del modelo de medición de la madurez del uso de datos abiertos espaciales desarrollado denominado Modelo OSD – MM es una representación a alto nivel de las capas principales y complementarias del funcionamiento del modelo de medición y se presenta en la figura 14.

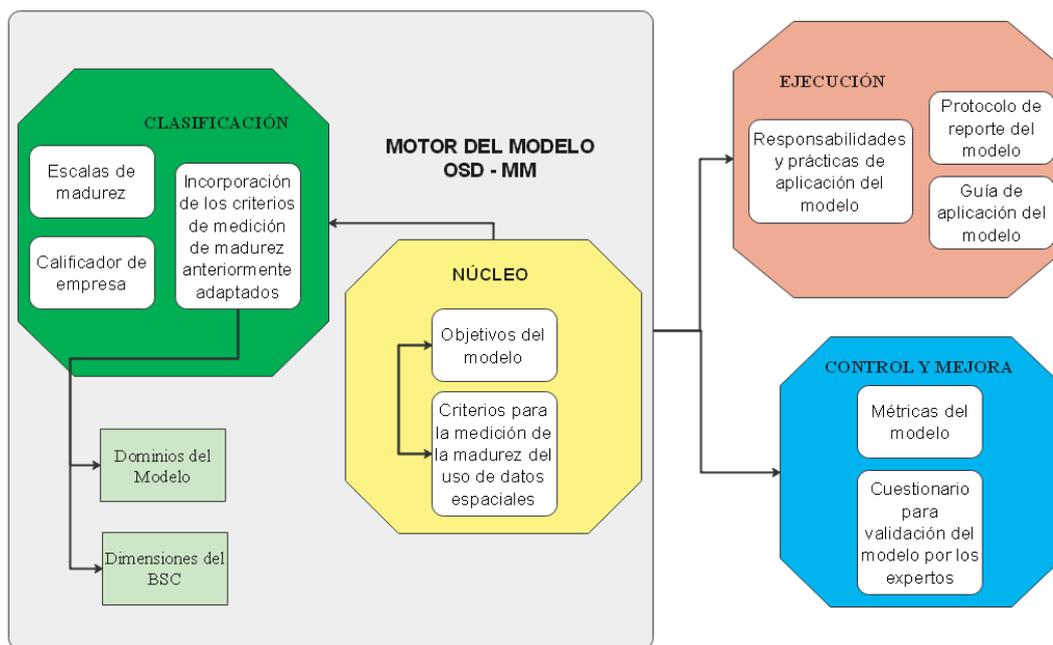


Figura 14. Diagramación del Modelo OSD – MM

En la figura 14 se puede observar las capas principales y complementarias del Modelo OSD – MM, siguientes:

- **Núcleo:** Es la primera capa más importante del modelo ya que especifica los objetivos y criterios de medición de la madurez que servirán para realizar todo el procesamiento requerido. Además; un cambio en cualquiera de los elementos de esta capa se refleja en el otro ya que se complementan; por ejemplo, un nuevo objetivo traerá nuevos criterios de madurez de la literatura y un nuevo criterio puede ayudar a crear un nuevo objetivo o mejorarlo.
- **Clasificación:** La segunda capa más importante del modelo ya que organiza los criterios de medición de la madurez en niveles de madurez según las buenas prácticas de gobierno y gestión de TI y el estado del arte que servirá para determinar el nivel de madurez obtenido de la institución pública evaluada y su significado. Además; se organiza a la vez los criterios de medición en: dominios del modelo y dimensiones del BSC (Kaplan & Norton, 2016), para facilitar el análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados obtenidos y define una función calificadora de la empresa para aumentar su eficacia y concentrarse solo en medir a las instituciones públicas que usan datos abiertos espaciales.

- Motor del Modelo OSD – MM: La tercera capa más importante y está formada de las dos capas internas núcleo y clasificación. En esta capa el modelo ya tiene una forma y estructura definida de operación y se encuentra listo para como mínimo asignar el nivel de madurez del uso de datos abiertos espaciales a una institución pública evaluada.
- Ejecución: Capa complementaria que formaliza la ejecución correcta del modelo de medición, asigna las responsabilidades, define la gestión de las respuestas obtenidas y reporta los resultados y las recomendaciones de la aplicación del modelo de medición.
- Control y Mejora: Capa complementaria que permite ajustar el modelo cada vez más a la realidad (retroalimentación) tanto a corto plazo mediante las respuestas de los expertos a los cuestionarios de validación y la observación de la aplicación del modelo y a mediano y largo plazo mediante los valores obtenidos por los indicadores del ciclo de vida de los servicios de TI que usan datos espaciales y que adoptaron el Modelo OSD – MM para su planificación y mejora continua de sus actividades.

La diagramación de la representación del modelo forma parte de la documentación final del modelo de medición construido que es el medio de verificación de este resultado esperado. La documentación final del modelo se encuentra en el enlace al archivo Word “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_DocumentaciónFinalModelo_EF.docx” en el Anexo Ñ.

En el Anexo L se encuentra la matriz de trazabilidad con la fuente utilizada para elaborar el diagrama del Modelo OSD – MM que en este caso es propia.

6.2.2 Guía de aplicación del modelo

En la elaboración de la guía de aplicación del modelo se utilizó: la “Guía del Evaluador: Usando COBIT 5” que se usa junto con “COBIT 5 PAM” para evaluar los procesos de COBIT 5 (ISACA, 2013b) y se adaptó a la naturaleza y alcance del modelo de medición desarrollado. La aplicación del modelo consta de una serie de actividades organizadas en forma de procesos en la figura 15, que se deberán seguir para ejecutar formalmente el modelo de medición y gestionar las evidencias obtenidas (ISACA, 2013b).

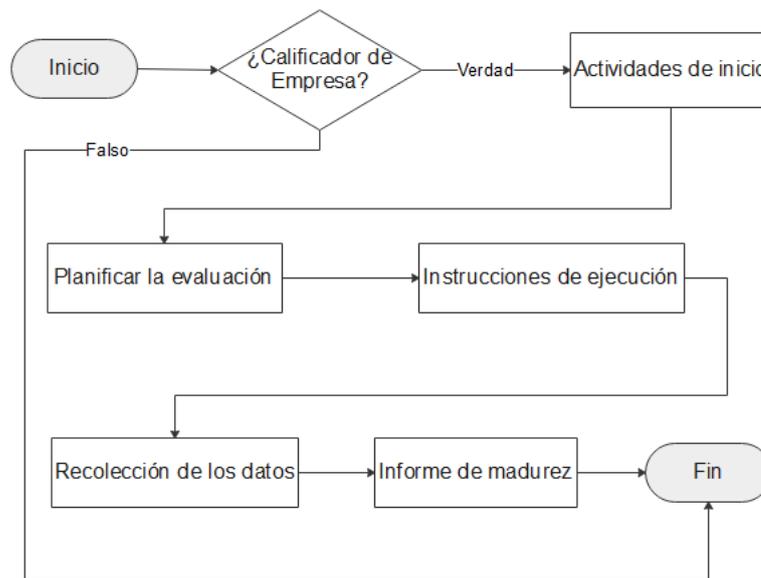


Figura 15. Diagrama de flujo de la aplicación del modelo adaptado de (ISACA, 2013b)

En los apartados siguientes se describe el detalle de las actividades de cada uno de los procesos identificados en la figura 15. Además; cada uno de ellos constituyen la documentación final de la guía de aplicación, que a su vez forma parte de la documentación final del modelo de medición.

6.2.2.1 Calificador de empresa

Aplicar la función, calificador de empresa descrita en el apartado 4.2.1.3 usando los datos de la institución pública como parámetros de entrada para saber si se le puede aplicar el modelo de medición.

6.2.2.2 Actividades de inicio

El patrocinador decide realizar la medición de la madurez y asignará a un “Evaluador” y al “Responsable de datos especiales” (ISACA, 2013b). El patrocinador establecerá el acuerdo de confidencialidad (ISACA, 2013b) respecto a: si los resultados son solo para uso interno o en qué condiciones se pueden divulgar tales como estadísticas descriptivas a alto nivel o todo el reporte de madurez.

6.2.2.3 Planificar la evaluación

Las actividades de planificación de la evaluación las deciden el “Patrocinado” y “Evaluador” y se muestran en la tabla 41 (ISACA, 2013b).

Tabla 41. Secuencia de actividades de la planificación de la evaluación adaptadas de (ISACA, 2013b)

Id	Descripción
1	Definir la herramienta a utilizar para realizar la medición: plantilla en Excel o encuesta online (ISACA, 2013b)
2	En el caso de ser plantilla en Excel, el “Responsable de datos espaciales” obtendrá en ese momento el nivel de madurez y su reporte casi finalizado. Sin embargo; en caso de ser encuesta online, el “Evaluador” deberá descargar las respuestas en un archivo en Excel y proceder a ejecutar el reporte de evaluación.
3	En el caso de usar plantillas en Excel, el “Responsable de datos espaciales” deberá enviar las respuestas a las preguntas en Excel al “Patrocinador” y “Evaluador” para que formalicen y procesen el reporte de madurez. En caso contrario; donde se use una encuesta online, el “Evaluador” enviará formalmente el reporte de madurez al “Patrocinador”.
4	Establecer el periodo de tiempo para que “Responsable de datos espaciales” pueda responder a la encuesta; por ejemplo, un día, dos semanas o un mes (ISACA, 2013b)
5	Establecer el periodo y el formato durante el cual se almacenarán las respuestas del modelo de medición (evidencias); por ejemplo, un archivo en Excel por un mes o seis meses (ISACA, 2013b)

El “Patrocinador” y “Evaluador” deben ponerse de acuerdo sobre qué actividades de la planificación de la evaluación mostradas en la tabla 41 utilizarán de acuerdo con el contexto de la evaluación (ISACA, 2013b).

6.2.2.4 Instrucciones de ejecución

Se deberá informar al “Responsable de datos espaciales” de la institución pública todas las actividades planeadas y acordadas para realizar la medición y resaltarle los objetivos que el modelo de medición pretende para la institución pública con su colaboración (ISACA, 2013b). En cuanto al entrenamiento (ISACA, 2013b) solo se le deberá indicar al “Responsable de datos espaciales” que debe responder en base a su experiencia en el trabajo en la institución pública en el uso de datos abiertos espaciales a las preguntas en la escala de Likert del modelo de medición.

En el caso de utilizar plantillas en Excel, se proporciona en el Anexo G un enlace al archivo en Excel “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_EF.xlsx” con el modelo de medición construido y en la hoja “Nivel de Capacidad” se encuentra la matriz de medición lista para ser utilizada para hallar el nivel de madurez. En la tabla 42 se muestra un extracto de la matriz de medición con las preguntas que deberá contestar “Responsable de datos espaciales”.

Tabla 42. Extracto de la matriz de medición con las preguntas de medición de la madurez para “Nivel 2 – Gestionado”

Nº	Dimensión del BSC (Kaplan & Norton, 2016)	Dominios adaptados de (Rahmatika et al., 2019)	Pregunta	Respuesta	Puntaje
Nivel 2 - Gestionado				Sí	82%
P6	Interna	Perspectiva legal y establecimiento	¿Existen normas para recolectar y documentar los datos espaciales? (Ngereja et al., 2018)	Ampliamente	85%
P7	Interna	Perspectiva legal y establecimiento	¿La institución pública tiene asignado a un oficial de datos para controlar y apoyar la operación de la apertura de los datos? (Srimuang et al., 2017)	Ampliamente	85%

Las preguntas de madurez que se muestran en la tabla 42 ofrecen en una lista desplegable con las siguientes respuestas: no, parcialmente, ampliamente y completamente, que el “Responsable de datos espaciales” de la institución pública evaluada deberá contestar según el grado de cumplimiento a la pregunta de madurez planteada (ISACA, 2013c). Luego de responder a las preguntas el modelo calculará automáticamente el nivel de madurez que le corresponde a la institución pública evaluada.

En el archivo en Excel “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_EF.xlsx ” cuyo vínculo se encuentra en el Anexo G, en la hoja “Reporte Madurez”, luego de realizar la evaluación, se ofrecen las gráficas estadísticas que forman parte del reporte de madurez y en la hoja “Recomendaciones” se ofrecen las recomendaciones para subir de nivel, ambas calculadas automáticamente.

6.2.2.5 Recolección de los datos

El “Patrocinador” y “Evaluador” deberán almacenar cada uno, una copia de las respuestas obtenidas y descargadas para que validen y evidencien el nivel de madurez obtenido (ISACA, 2013b) en el uso de datos espaciales abiertos por el modelo de medición, por un tiempo determinado.

6.2.2.6 Informe de madurez

Se envía al “Patrocinador” un informe de madurez formal con el nivel de madurez obtenido, las variables aleatorias de las estadísticas de desempeño y las recomendaciones para mejorar su nivel de madurez (ISACA, 2013b).

La guía de aplicación forma parte de la documentación final del modelo de medición construido que es el medio de verificación de este resultado esperado. La documentación final del modelo se encuentra en el enlace al archivo Word “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_DocumentaciónFinalModelo_EF.docx” en el Anexo Ñ.

Una matriz de trazabilidad en el Anexo L tiene una parte donde se encuentra la Guía de aplicación del modelo y la fuente de información utilizada para su desarrollo; un extracto se puede ver en la tabla 43

Tabla 43. Extracto de la matriz de trazabilidad de la Guía de aplicación del modelo

Componente	Descripción	Fuente
Guía de aplicación del modelo	Diagrama de flujo de la aplicación del modelo	(ISACA, 2013b) y propio
	Actividades de inicio	(ISACA, 2013b) y propio

6.2.3 Protocolo de reporte del modelo

En la elaboración del protocolo de reporte del modelo se utilizó: la “Guía del Evaluador: Usando COBIT 5” que se usa junto con “COBIT 5 PAM” para evaluar los procesos de COBIT 5 (ISACA, 2013b) y se adaptó a la naturaleza y alcance del modelo de medición desarrollado. La aplicación del modelo consta de una serie de actividades organizadas en forma de procesos en la figura 16 que se deberán seguir para obtener formalmente el protocolo de reporte del modelo (ISACA, 2013b).

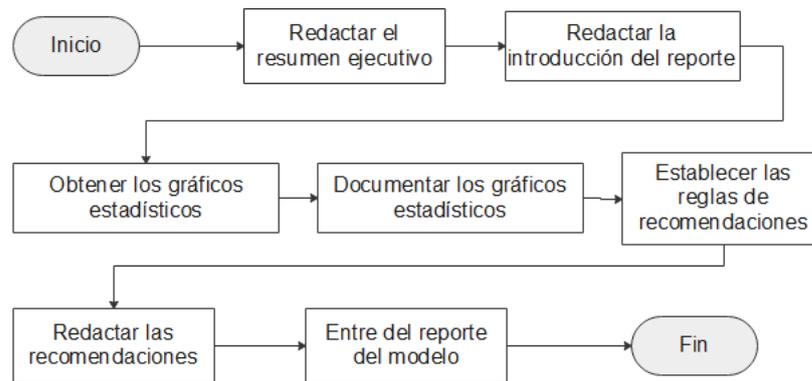


Figura 16. Diagrama de flujo del protocolo de reporte del modelo adaptado de (ISACA, 2013b)

En los apartados siguientes se describe el detalle de las actividades de cada uno de los procesos identificados. Cada uno de ellos constituyen la documentación final del protocolo de reporte del modelo, que a su vez forma parte de la documentación final del modelo de medición. Al finalizar la ejecución del protocolo del reporte del modelo, se tendrá un documento de texto que contiene el reporte del modelo, con los siguientes capítulos:

- Capítulo 1. Resumen ejecutivo
- Capítulo 2. Introducción
- Capítulo 3. Resumen de los resultados
- Capítulo 4. Recomendaciones
- Anexo A. Respuestas a todas las preguntas del modelo de madurez del uso de datos abiertos espaciales

(ISACA, 2013b)

Los detalles de cada uno de los apartados del índice del reporte adaptados de (ISACA, 2013b) del modelo se muestran en el Anexo M.

6.2.3.1 Redactar el resumen ejecutivo

Se describe en el documento del reporte del modelo, el nombre de la institución pública evaluada y la hora y fecha de la evaluación. Además; se describe el objetivo del modelo de medición; en la figura 17 se encuentra un ejemplo de un resumen ejecutivo, en donde las palabras subrayadas se personalizan dependiendo de la institución pública evaluada y los parámetros del protocolo del reporte utilizados.

Capítulo 1. Resumen Ejecutivo

Se obtuvo el reporte de la aplicación del modelo de medición de la madurez del uso de datos abiertos espaciales a la institución pública **“Institución Espacial”** entre las **11:00:00 y 13:00:00 horas** en el día **29/09/2020**. El objetivo es asignarle un nivel de madurez en el uso de datos abiertos espaciales para que le ayude a sustentar la toma de decisiones y obtener recomendaciones sobre el uso de los datos abiertos espaciales en el gobierno electrónico.

Figura 17. Ejemplo de un resumen ejecutivo de un reporte del modelo de medición

En el Anexo N, se encuentra un enlace al documento “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_Ejemplo_ReporteMadurez_EF.docx” donde se tiene un ejemplo de la redacción del resumen ejecutivo del modelo de medición.

6.2.3.2 Redactar la introducción del reporte

La introducción tiene las siguientes partes obtenidas de la “Guía del Evaluador: Usando COBIT 5” (ISACA, 2013b) pero quitando algunas y redefiniéndolas en términos del modelo de medición desarrollado:

- Propósito de la evaluación: Se resalta la manera en cómo se pretende mejorar el proceso que implica el uso de datos abiertos espaciales por medio del modelo de medición
- Alcance de la evaluación: Se mencionan los procesos evaluados de gobierno y gestión de TI que usen datos abiertos espaciales. También, se puede utilizar la definición del modelo de medición desarrollado que los engloba a todos en un único proceso denominado “Uso de datos abiertos espaciales”
- Unidad de la empresa: Se especifica la unidad que tiene la responsabilidad mayor del uso de datos abiertos espaciales de la institución pública que será evaluada
- Proceso y evaluación de los niveles de capacidad: Se indica los procesos que serán evaluados, los niveles de capacidad obtenidos de cada pregunta y los niveles de madurez que se pueden asignar
- Horario de evaluación: Se muestra la fecha y hora que se necesitó para responder a las preguntas del modelo de medición; lo cual depende del tiempo que tuvo disponible “Responsable de datos espaciales”
- Acuerdos de confidencialidad: Se describe, si los resultados de la evaluación son solo para uso interno, externo o se pueden usar solo como estadísticas descriptivas

- Responsables de la evaluación: Se mencionan las personas que asumirán las funciones y roles definidas en las prácticas y responsabilidades del modelo

(ISACA, 2013b)

En el Anexo N, se encuentra un enlace al documento “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_Ejemplo_ReporteMadurez_EF.docx” donde se tiene un ejemplo de la redacción de la introducción del reporte del modelo de medición.

6.2.3.3 Obtener los gráficos estadísticos

Se utilizan variables aleatorias para reflejar el desempeño del uso de datos abiertos espaciales según lo calculado por el modelo de medición; las cuales se muestran en la tabla 44 acompañadas de la descripción y el gráfico estadístico que le corresponde.

Tabla 44. Variables aleatorias del modelo de medición

Variable aleatoria	Descripción	Gráfico
Media de los dominios	Promedio obtenido de cada una de las respuestas (porcentaje) a las preguntas del modelo de medición pertenecientes a cada uno de los dominios del modelo	Radial
Media de los dominios del nivel i	Promedio obtenido de cada una de las respuestas (porcentaje) a las preguntas del modelo de medición pertenecientes a cada uno de los dominios del modelo del nivel i (i = 1, 2, 3, 4, 5)	Radial
Cumplimiento de cada criterio de madurez del nivel i	Se muestra la distribución del cumplimiento porcentual de todos los criterios de madurez que pertenecen a un nivel i (i = 1, 2, 3, 4, 5) en particular	Barras
Mediana de los dominios del nivel i	Mediana obtenida de cada una de las respuestas (porcentaje) a las preguntas del modelo de medición pertenecientes a cada uno de los dominios del modelo del nivel i (i = 1, 2, 3, 4, 5)	Barras
Media de las dimensiones de BSC	Promedio obtenido de cada una de las respuestas (porcentaje) a las preguntas del modelo de medición pertenecientes a cada una de las dimensiones del modelo	Barras
Media de las dimensiones del BSC del nivel i	Promedio obtenido de cada una de las respuestas (porcentaje) a las preguntas del modelo de medición pertenecientes a cada una de las dimensiones del modelo del nivel i (i = 1, 2, 3, 4, 5)	Barras
Mediana de las dimensiones	Mediana obtenida de cada una de las respuestas (porcentaje) a las preguntas del modelo de medición	Barra

del BSC del nivel i	pertenecientes a cada una de las dimensiones del modelo del nivel i (i = 1, 2, 3, 4, 5)	
---------------------	---	--

Las gráficas estadísticas de cada variable aleatoria del modelo se deben acompañar de un análisis estadístico propio de cada “Evaluador” del modelo de medición que lo sustentará en función de los datos obtenidos de la aplicación del modelo de medición.

Un ejemplo una gráfica estadística utilizada es la representación de la variable aleatoria media de los dominios que se representa usando un gráfico radial como se muestra en la figura 18.

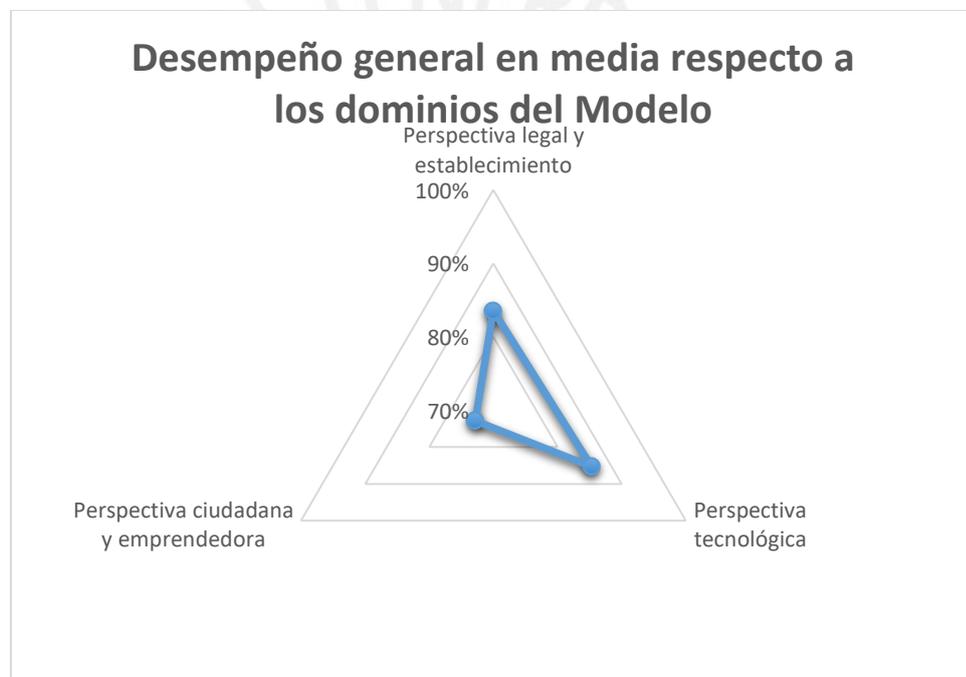


Figura 18. Representación radial de la variable media de los dominios de (Rahmatika et al., 2019) del modelo

Un análisis estadístico de ejemplo que acompaña a esta gráfica sería el siguiente: En general; la institución pública, no sobrepasa el 90% del cumplimiento, en donde las perspectiva legal y establecimiento y perspectiva tecnológica (Rahmatika et al., 2019) son sus fortalezas; pero la perspectiva ciudadana y emprendedora relacionada a las iniciativas de apertura de datos (Rahmatika et al., 2019) espaciales a los ciudadanos no gubernamentales es su debilidad que es la que permite llegar a nivel superior del modelo que en este caso es el “Nivel 5 – Optimizado”.

Otra variable aleatoria, la media de los dominios del nivel 1 se representa usando un gráfico de barras como se muestra en la figura 19 para tener un análisis más detallado del rendimiento de la institución pública respecto al nivel 1 del modelo de medición.

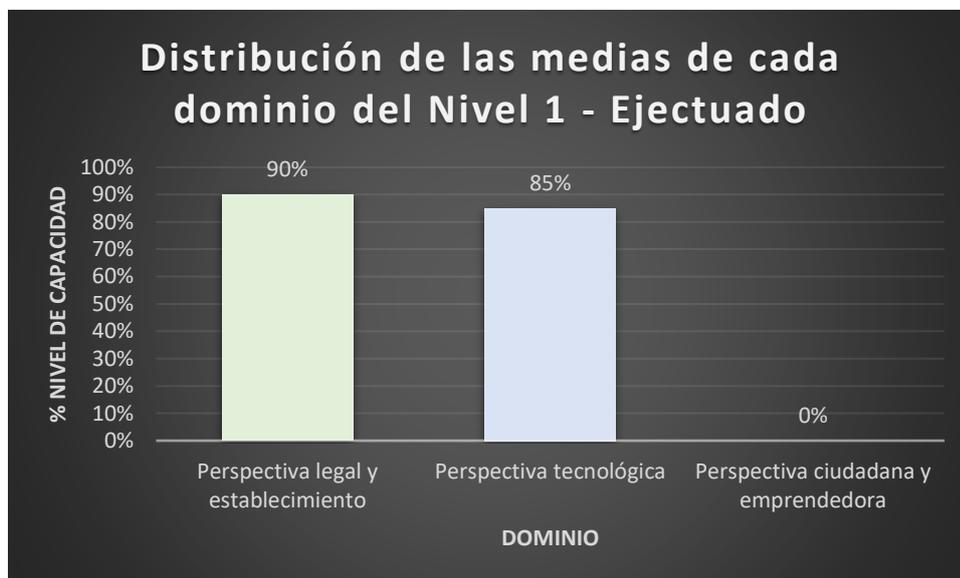


Figura 19. Distribución de la variable aleatorio medias de cada dominio de (Rahmatika et al., 2019) del nivel 1 del modelo

Un análisis estadístico de ejemplo que acompaña a esta gráfica sería el siguiente: En términos generales para el nivel 1, tanto la media de la perspectiva legal y establecimiento (Rahmatika et al., 2019) de 90% y la perspectiva tecnológica (Rahmatika et al., 2019) de 85%, superan el 85% de cumplimiento que significa que la institución pública tiene los recursos y capacidades básicos para interoperar por lo menos un conjunto de datos espaciales ya que tiene un área asignada a los datos abiertos espaciales y tiene los sistemas de información requeridos para manejar este tipo de datos. La perspectiva ciudadana y emprendedora (Rahmatika et al., 2019) tiene una media del 0% porque no existe ninguna pregunta en este nivel asociada a dicha perspectiva.

En el Anexo G se encuentra un enlace al archivo en Excel “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_EF.xlsx ” que en la hoja “Reporte Madurez”, tiene todas las gráficas generadas automáticamente para cada variable aleatorio del modelo de medición en función de las respuestas obtenidas.

6.2.3.4 Documentar los gráficos estadísticos

La organización para mostrar los gráficos estadísticos es la siguiente: primero se muestran los gráficos estadísticos generales de todo el modelo y luego los gráficos estadísticos por

cada nivel superado. En ambos casos se acompaña de las medidas de dispersión varianza y desviación estándar. En el Anexo M se muestra la organización de los apartados del “Capítulo 3. Resumen de los resultados” (ISACA, 2013b) del reporte de madurez que es la sección donde se muestran las estadísticas del modelo.

El capítulo debe iniciar mostrando en nivel de madurez obtenido y los parámetros más importantes de la evaluación realizada; en la tabla 45 se puede ver un ejemplo de la aplicación del modelo de medición a una institución pública ficticia, solo para fines de explicar el contenido del reporte de madurez.

Tabla 45. Datos generales de la evaluación a una institución pública ficticia

Datos generales	Valor
Institución pública	Institución Espacial
Patrocinador	Luis Alberto Salas Rodriguez
Evaluador	Luis Salas
Responsable de los datos espaciales	Alberto Rodriguez
Nivel de madurez del uso de datos abiertos espaciales	Nivel 4 - Predecible
Fecha de aplicación	29/09/2020
Hora de aplicación	13:04:43

Un ejemplo de la documentación de las gráficas estadísticas se muestra usando la variable aleatoria media de las dimensiones de BSC (Kaplan & Norton, 2016) de la evaluación a la institución pública ficticia que obtuvo el “Nivel 4 – Predecible” y en la figura 20 se representa su distribución gráfica.

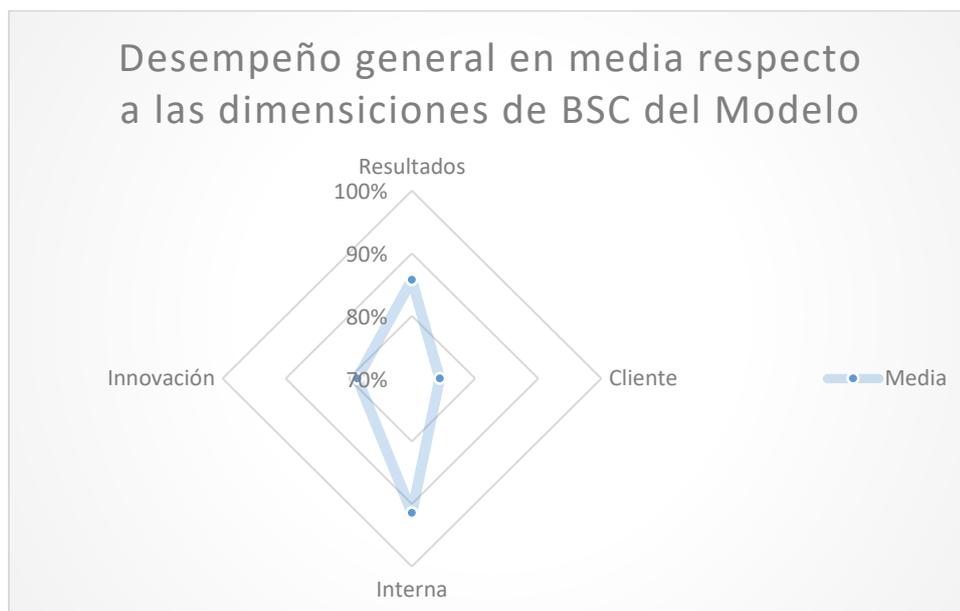


Figura 20. Desempeño general de la institución pública evaluada respecto a las preguntas de las dimensiones del BSC (Kaplan & Norton, 2016)

Un análisis estadístico de ejemplo que acompaña a esta gráfica sería la siguiente: En general, cumple con la mayoría de los criterios alineados a las dimensiones del BSC (Kaplan & Norton, 2016) de resultado con una media del 86% e interna con una media del 74% de cumplimiento ya que constituyen los primeros tres niveles cuya tendencia se refuerza en los valores bajos de sus desviaciones estándares de 13% y 8% respectivamente; sin embargo, los criterios relacionados a las dimensiones del BSC innovación con una media de 79% y clientes con una media de 74% del cumplimiento, no sobre pasa el 80% del cumplimiento lo que se explica porque en su mayoría estos criterios forman parte del “Nivel 5 – Optimizado” que le falta a la institución pública obtener

Las estadísticas descriptivas utilizadas para los análisis estadísticos se presentan en forma tabular; la tabla 46 contiene las medidas centrales y de dispersión de la variable aleatoria media de las dimensiones del BSC (Kaplan & Norton, 2016) de la evaluación a la institución pública ficticia.

Tabla 46. Estadísticas descriptivas de las dimensiones del BSC (Kaplan & Norton, 2016) del modelo en general de una institución pública ficticia.

Dimensión del BSC	Media	Varianza	Desviación
Resultados	86%	0.015769	13%
Cliente	74%	0.082567	29%

Interna	91%	0.006429	8%
Innovación	79%	0.053024	23%

En el Anexo N, se encuentra un enlace al documento “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_Ejemplo_ReporteMadurez_EF.docx” donde se tiene un ejemplo de la documentación de los gráficos estadísticos generales y por nivel superado en la sección “Capítulo 3. Resumen de los resultados” del reporte de madurez de ejemplo.

6.2.3.5 Establecer las reglas de recomendaciones

El modelo no solo evalúa el uso de datos abiertos espaciales, sino que también ofrece a la institución pública evaluada buenas prácticas del uso de datos abiertos espaciales en forma de recomendaciones, en base a las respuestas obtenidas, con el fin de ayudarlo a mejorar su nivel de madurez.

Las recomendaciones se determinan usando la matriz de trazabilidad que identifica de qué estudios del estado del arte se obtuvieron cada uno de los criterios de medición que se encuentra en el Anexo K. Principalmente, debido a que los criterios de medición de la madurez utilizados para formular las preguntas venían acompañados de más detalles en el estudio del estado del arte de donde se obtuvieron. La tabla 47 muestra un extracto de las recomendaciones a las preguntas del “Nivel 4 – Predecible”, acompañadas de su referencia bibliográfica y el título del artículo, si desea profundizar más en la buena práctica extraída.

Tabla 47. Extracto de las recomendaciones a las preguntas del “Nivel 4 – Predecible”

ID	Recomendaciones	Referencia	Artículo
Nivel 4 - Predecible			
P40	Desarrollar modelos de madurez de datos abiertos para obtener recomendaciones de las mejores prácticas del uso de datos abiertos (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)	Governing Open Spatial Data Infrastructures: The Case of the United Kingdom
P41	La arquitectura empresarial es el método más importante para implementar gobierno abierto y transformar las agencias gubernamentales en agencias gubernamentales digitales. (Srimuang et al., 2017)	(Srimuang et al., 2017)	Open government data assessment model: An indicator development in Thailand

En el Anexo G se encuentra un enlace al archivo en Excel “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_EF.xlsx ” que en la hoja “Reglas”,

tiene todas las recomendaciones mapeadas para todas las preguntas clasificadas por nivel de madurez junto con su referencia bibliográfica y nombre del artículo para más detalles.

6.2.3.6 Redactar las recomendaciones

En el informe de madurez del uso de datos abiertos espaciales solo aparecerán las recomendaciones a las preguntas que no pasaron el umbral definido de cumplimiento de 75%; en caso contrario aparecerá el mensaje “Criterio cumplido”. Las recomendaciones se redactarán por nivel ya que de esta manera también se encuentran definidas las preguntas y su relación es uno a uno. La tabla 48 muestra un extracto de las recomendaciones a las preguntas del “Nivel 2 – Gestionado” en la evaluación a la institución pública ficticia utilizada como ejemplo en los apartados anteriores.

Tabla 48. Recomendaciones a las preguntas del “Nivel 2 – Gestionado” cuyas respuestas no superaron el 75% de cumplimiento

ID	Recomendaciones	Referencia	Artículo
P8	Se requieren recursos para financiar "Lado de la oferta"; por ejemplo, desarrollo de un portal de datos abiertos, capacitación TIC, desarrollo de aplicaciones y digitalización, como del "Lado de la demanda"; por ejemplo, financiación de proyectos innovadores o creación de empresas (Khan, 2017)	(Khan, 2017)	Enabling an Open Government,
P9	Criterio cumplido		
P10	Criterio cumplido		
P11	Debe aumentar la calidad de los metadatos espaciales para incluir información sobre la calidad, fecha del dato y plan de actualización (De Los Reyes et al., 2017)	(De Los Reyes et al., 2017)	Quality model for the evaluation of geospatial web services within the spatial data infrastructure of Uruguay

De la tabla 48 se observa; por ejemplo:

- La pregunta con ID “P11”: se cumpliría si se realiza lo indicado por (De Los Reyes et al., 2017) para tener metadatos de alto nivel deben incluir información sobre su calidad, fecha y plan de actualización

En el Anexo N, se encuentra un enlace al documento “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_Ejemplo_ReporteMadurez_EF.docx” donde se tiene un ejemplo de la documentación de las recomendaciones por nivel en la sección “Capítulo 4. Recomendaciones” del reporte de madurez de ejemplo.

6.2.3.7 Entrega del reporte del modelo

La entrega del reporte del modelo constas de las siguientes actividades obtenidas de la “Guía del Evaluador: Usando COBIT 5” (ISACA, 2013b) pero quitando algunas y re definiéndolas en términos del modelo de medición desarrollado:

- Preparación del informe: Seguir los pasos mencionados en el protocolo del reporte y obtener un documento de texto con el reporte del modelo
- Presentación de los resultados: Se presentan los resultados del reporte del modelo principalmente al “Patrocinado” resaltando el nivel de madurez obtenido, gráficas y análisis estadístico y las recomendaciones finales
- Finalizar el informe: Se entrega el reporte de madurez principalmente al “Patrocinador” y a otras partes interesadas según lo establecido en el acuerdo de confidencialidad

(ISACA, 2013b)

El protocolo de reporte del modelo forma parte de la documentación final del modelo de medición construido que es el medio de verificación de este resultado esperado. La documentación final del modelo se encuentra en el enlace al archivo Word “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_DocumentaciónFinalModelo_EF.docx” en el Anexo Ñ.

La matriz de trazabilidad con cada parte del protocolo de reporte del modelo y la fuente principal utilizada para su construcción se encuentra en el Anexo L y un extracto se puede ver en la tabla 49.

Tabla 49. Extracto de la matriz de trazabilidad con cada parte del protocolo de reporte del modelo y la fuente utilizada

Componente	Descripción	Fuente
Protocolo de reporte del modelo	Redactar la introducción del reporte	(ISACA, 2013b) y propio
	Obtener los gráficos estadísticos	Propio

6.2.4 Cuestionario para validación del modelo por los expertos

El cuestionario que se utilizará para la validación del modelo por parte de los expertos está centrado en preguntas sobre su juicio experto en el uso de datos abiertos espaciales y trata sobre los componentes de la capa del motor del Modelo OSD – MM ya que las otras capas

al ser complementarias pueden incluso personalizarse a las necesidades de cada institución pública.

Las preguntas que forman parte del cuestionario para validación del modelo por los expertos son las siguientes:

1. ¿En base a su experiencia trabajando en la Secretaría de Gobierno Digital en datos espaciales y/o la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (IDEP) en el uso de datos abiertos espaciales en las instituciones pública del Perú, cuál sería su juicio experto sobre la matriz de medición y de las preguntas que la componen, establecidas en el modelo de medición de la madurez del uso de datos abiertos espaciales (OSD-MM)?
2. ¿En base a su experiencia trabajando en la Secretaría de Gobierno Digital en datos espaciales y/o la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (IDEP) en el uso de datos abiertos espaciales en las instituciones pública del Perú, cuál sería su juicio experto sobre los niveles de madurez del uso de datos abiertos espaciales por las instituciones públicas del Perú, establecidas en el modelo de medición de la madurez del uso de datos abiertos espaciales (OSD-MM)?
3. ¿En base a su experiencia trabajando en la Secretaría de Gobierno Digital en datos espaciales y/o la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (IDEP) en el uso de datos abiertos espaciales en las instituciones pública del Perú, cuál sería su juicio experto sobre los objetivos, establecidos por el modelo de medición de la madurez del uso de datos abiertos espaciales (OSD-MM)?

Para aclar un poco más, la matriz de medición es un solo artefacto que incluye: los criterios para la medición de la madurez del uso de datos espaciales, incorporación de los criterios de medición de madurez anteriormente adaptados y las escalas de madurez.

El cuestionario para validación del modelo por los expertos forma parte de la documentación final del modelo de medición construido que es el medio de verificación de este resultado esperado. La documentación final del modelo se encuentra en el enlace al archivo Word “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_DocumentaciónFinalModelo_EF.docx” en el Anexo Ñ.

En el Anexo L se encuentra la matriz de trazabilidad con la fuente utilizada para elaborar el cuestionario para validación del modelo por los expertos que en este caso es propia.

6.3 Discusión

Se ha procedido a documentar todo el modelo de madurez creado para ser usado por parte de alguna institución pública que esté interesada. La documentación facilita la aplicación correcta del modelo de medición sin entrar en los detalles de su construcción. Se espera pueda ser utilizada de manera independiente por las instituciones públicas del Perú que tengan como objetivo mejorar el uso de sus datos abiertos espaciales.

Diagramación del Modelo OSD – MM muestra la organización y el significado de las capas que componen el modelo de medición haciendo una distinción entre las capas principales y las complementarias que es útil al momento de querer analizar en detalle algún elemento del modelo se tenga una idea de la función que cumple en el todo y su interacción con los otros elementos del modelo. En el estado del arte se ha encontrado representaciones del modelo, pero solo a nivel de la matriz de medición con los criterios y sus niveles, mas no a un nivel macro con todos sus elementos como el desarrollado para el Modelo OSD – MM. El diagrama se generaliza al universalizar los elementos de sus capas principales para que aplique a cualquier contexto mundial. Un trabajo de investigación futuro sería tratar de utilizar algún lenguaje de modelado de arquitectura empresarial estándar o crear uno particular para el modelo de manera que se pueda reutilizar por otros modelos de medición creados sin perder la esencia del modelo base.

Guía de aplicación del modelo sirve para poder utilizar el modelo de medición de manera correcta y gestionar la evidencia que justifica el nivel de madurez obtenido (ISACA, 2013b). En relación con el estado del arte, se pudo observar que sí tienen guía de aplicación, pero no la anexan a los artículos ya que algunas son normas de un determinado país u estándares generales de datos abiertos. Este componente ya se encuentra generalizado para las particularidades de la aplicación del modelo de medición construido.

El protocolo de reporte del modelo significa que luego de ejecutar la medición se ha establecido de manera formal: cómo se muestran los resultados del desempeño de la evaluación resaltando el nivel de madurez obtenido, análisis estadístico propio de cada “Evaluador” complementado con los datos obtenidos del modelo y las recomendaciones para subir de nivel (ISACA, 2013b) que puede servir para realizar comparaciones con su propio desempeño a lo largo del tiempo o con otras instituciones públicas. En el estado del arte, se utilizan estadísticas descriptivas para analizar las respuestas a las preguntas cerradas. El modelo de medición construido al tener preguntas cerradas en la escala de Likert también utiliza estadísticas descriptivas para resumir y analizar numéricamente sus

resultados obtenidos. Además; al igual que el protocolo de medición desarrollado, en el estado del arte también se presentan los niveles de madurez obtenidos con algunas recomendaciones basado en los indicadores estadísticos de las instituciones públicas evaluadas. Una forma de generalización; sería realizar una inferencia estadística y en base a los resultados de las variables aleatorias de una cantidad dada de instituciones públicas evaluadas y complementado con otros procedimientos estadísticos, saber el nivel medio de las demás instituciones públicas del Perú respecto a los dominios y dimensiones del modelo, son iguales o diferentes. La limitación tiene que ver con el hecho de encontrar más variables aleatorias y procedimientos estadísticos que maximicen más los beneficios del modelo, lo cual sería por su alcance considerado otro proyecto de investigación que utilice como base el modelo de medición desarrollado y validado.

El cuestionario para validación del modelo por los expertos es un mecanismo que se utilizará en la mejora continua del modelo de medición y su adaptación a la realidad peruana del uso de datos abiertos espaciales. En los estudios del estado del arte, no se encontró algún cuestionario o mecanismo similar para mejorar los modelos de evaluación publicados. El cuestionario para la validación del modelo ya se encuentra generaliza a la naturaleza y particularidades del modelo de medición construido, lo cual a su vez es su limitante.

Capítulo 7. Validación del modelo de medición

Este capítulo se encuentra dividido en introducción, resultados alcanzados y discusión.

7.1 Introducción

Se presentará el desarrollo del objetivo específico 4: “Validar el modelo de medición del nivel de madurez”, mediante su resultado esperado 1: “Informe de juicio experto del modelo de madurez del uso de datos abiertos espaciales” y su resultado esperado 2: “Protocolo para efectuar la validación de los resultados del modelo de madurez aplicado”. La motivación para alcanzar este objetivo es utilizar un medio que valide y permita mejorar aún más el modelo de medición desarrollado.

Se presentará el informe de juicio experto de un trabajador de la Secretaría de Gobierno Digital experto en el uso de datos abiertos espaciales respecto a los componentes del modelo de medición. Se identificará su juicio y las observaciones que lo acompañan respecto al modelo de medición. Además; se presentará la constancia formal firmada por el experto que evidencia la evaluación realizada. Esta evaluación permite mejorar el modelo de medición de manera que se ajuste más a la realidad peruana.

El protocolo para efectuar la validación tiene como objetivo mostrar una mejora del modelo de medición a raíz de las observaciones dadas por el juicio experto y obtener su visto bueno final. Para lo cual se analizarán las observaciones y se propondrán mejoras que las solucionen.

Finalmente, se presentará dos casos de aplicación del modelo de medición a la institución pública SERFOR y MINAGRI.

7.2 Resultados alcanzados

Los resultados alcanzados tienen la finalidad de darle un tipo de validación al modelo de medición desarrollado para que esté disponible a ser utilizado por las instituciones públicas del Perú. En general, la naturaleza del modelo de medición requiere de una evaluación experta y/o aplicación para ajustar ciertos parámetros a la situación que desea medir. Por lo tanto, con la evaluación hecha por el experto más la corrección de sus observaciones se busca que el modelo de medición obtenga una mayor precisión.

En este apartado se tratarán los siguientes resultados esperados:

- Informe de juicio experto del modelo de madurez del uso de datos abiertos espaciales: Se analizan todas las observaciones dadas por el experto tratando de extraer las que tienen posibilidad de mejorar.
- Protocolo para efectuar la validación de los resultados del modelo de madurez aplicado: Se busca solucionar las observaciones para lo cual se realizará un análisis y luego se propondrá y se realizaran las mejoras utilizando de ser el caso la misma metodología de desarrollo dependiendo del componente observado y su complejidad.

Los componentes del modelo de medición evaluados por el experto forman parte de la capa más interna y principal (denominado “Motor del Modelo OSD – MM” y se detalla en “Sección 6.2.1”) que permite realizar la clasificación de un nivel de madurez a la institución pública evaluada.

7.2.1 Informe de juicio experto del modelo de madurez del uso de datos abiertos espaciales

Se realizó una presentación virtual por medio de la plataforma ZOOM (<https://zoom.us/>) el día 17 de Setiembre del 2020 con los trabajadores de la Secretaría de Gobierno Digital donde se trataron temas relacionados, pero respecto a este proyecto en particular, se presentó un muy breve resumen y preguntó si podían ayudar a validar el modelo de medición mediante su evaluación y se obtuvo una respuesta esperanzadora de apoyo. Luego se envió por correo electrónico los componentes del modelo junto con el cuestionario de validación para obtener sus respuestas y comentarios. El resultado esperado actual pretende mostrar los documentos de evaluación otorgados por los expertos en datos espaciales a nivel nacional respecto al modelo de medición. En este caso solo pudo ser evaluado por un experto que en la mayoría de sus observaciones aprobó el modelo de medición desarrollado.

El medio de verificación de este componente es el informe de juicio experto y el acta de conformidad sobre la evaluación del modelo de medición que se presentará en los siguientes apartados.

7.2.1.1 Informe de juicio experto

El informe de juicio experto consta de las respuestas dadas por el experto a las preguntas establecidas en el cuestionario de validación de la “Sección 6.2.4” sobre el modelo de medición y sus componentes. El criterio utilizado por el experto es la experiencia en el uso de datos abiertos espaciales en el estado peruano en la Secretaría de Gobierno Digital que

es el ente rector y coordina la implementación del gobierno electrónico, interoperabilidad y el uso de datos abiertos espaciales en el Perú, entre otros temas relacionados.

Un extracto del informe de juicio experto sobre la evaluación del modelo de medición se presenta en la figura 21; además; al experto que realizó este informe lo llamaremos a partir de este momento Experto 1.



LUIS ALBERTO SALAS RODRIGUEZ <a20123136@pucp.pe>

Corrección del proyecto

Darwin Quispe Llancauro <dquispel@pcm.gob.pe> 1 de octubre de 2020, 1:07
 Para: Manuel Francisco Tupia Anticona <tupia.mf@pucp.edu.pe>
 Cc: LUIS ALBERTO SALAS RODRIGUEZ <a20123136@pucp.pe>, Yuri Aldoradin Carbajal <yaldoradin@pcm.gob.pe>, Elton Davis Turin Espinoza <eturin@pcm.gob.pe>

Buenos días Manuel, Luis,

Les copio los documentos con algunas observaciones.

Considero que la matriz de medición y sus preguntas sirven para identificar de manera adecuada el nivel de madurez de la organización, al respecto hice algunos comentarios sobre algunas preguntas, las que pueden verificar en el documento adjunto. En general considero que la matriz será útil para reconocer el grado de alineación de la Infraestructura de Datos Espaciales con el negocio de la organización, además de conocer si se cuenta con el apoyo de la alta dirección y también para medir la calidad de los datos que se están generando y la utilidad que ofrecen a los ciudadanos y otras entidades.

Figura 21. Extracto del informe de juicio experto

En la figura 21, se puede observar la conformidad en general del Experto 1 respecto a la matriz de medición que incluye los siguientes componentes: “Lista de criterios para medir la madurez del uso de datos espaciales” e “Incorporación de los criterios de medición de madurez anteriormente adaptados”.

Todas las demás observaciones a cada uno de los componentes generales del informe del juicio experto se presentarán en la tabla 50.

Tabla 50. Observaciones a cada uno de los componentes de modelo de medición

Componente	Observación del experto
Matriz de medición	Experto 1 (2020) dice, “Considero que la matriz de medición y sus preguntas sirven para identificar de manera adecuada el nivel de madurez de la organización, al respecto hice algunos comentarios sobre algunas preguntas, las que pueden verificar en el documento adjunto. En general considero que la matriz será útil para reconocer el grado de alineación de la Infraestructura de Datos Espaciales con el negocio de la organización, además de conocer si se cuenta con el apoyo de la alta dirección y también para medir la calidad de los datos que se están generando y la utilidad que ofrecen a los ciudadanos y otras entidades”.

Escalas (niveles) de madurez	Experto 1 (2020) dice, “Sobre los niveles de madurez, me parece adecuada la clasificación, aunque es necesario mencionar que hay muchas entidades públicas que no cuentan con recursos tecnológicos ni financieros ni de recursos humanos para la implementación de sus IDEs, al respecto no me queda claro en qué nivel entrarían estas organizaciones”.
Objetivos del modelo	Experto 1 (2020) dice, “Con respecto a los objetivos, también me parecen adecuados sobre todo los orientados a la satisfacción de las necesidades de los ciudadanos y la mejora de los mecanismos de articulación de las entidades públicas”.

El informe completo en su formato original se encuentra en el enlace al archivo “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_InformeJuicioExperto_EF.pdf” en el Anexo O.

Además; este informe se complementa con comentarios directos a los documentos que contienen los componentes del modelo de medición evaluado y son los siguientes:

- 20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_obs_Darwin.xlsx
- Componentes - Métricas, Responsabilidades y prácticas y hoja de ruta deconstrucción_obs_Darwin.docx

Los únicos comentarios de los documentos anteriormente mencionados son respecto a seis preguntas de madurez del archivo “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_obs_Darwin_EF.xlsx”, cuyo vínculo al archivo se encuentra en el Anexo P y se mostrarán en la tabla 51 donde por cada pregunta observada se mapea el comentario realizado por el experto.

Tabla 51. Comentarios respecto a las preguntas de madurez

ID	Criterio de madurez	Comentario del experto
1	¿La mayoría de sus trabajadores dedicados al área de datos espaciales son a tiempo completo?	Experto 1 (2020) dice, “Usualmente las entidades cuentan con área SIG que se encarga de la tarea de gestionar los datos espaciales”
2	¿Existen una visión general establecida sobre los datos abiertos?	Experto 1 (2020) dice, “Se podría hacer la precisión de datos abiertos incluyendo datos espaciales”
4	¿Se utiliza alguna plataforma de base de datos para almacenar los datos GIS de la institución pública, por ejemplo, MS-SQL, Oracle, Ms Access u otros?	Experto 1 (2020) dice, “Formatos más adecuados para almacenar datos espaciales son bases de datos espaciales

		como postgresql con postgis, oracle spatial, entre otros”
5	¿Los datos abiertos en su mayoría se abren de forma masiva (datos disponibles en un conjunto de archivos estáticos que se pueden descargar directamente desde un sitio web de alojamiento) y/o se abren y se mantienen en forma de API para permitir crear aplicaciones, sitios web u otros?	Experto 1 (2020) dice, “Cuándo se hace mención a APIs se incluyen los servicios web utilizados para compartir datos?”
12	¿Los datos abiertos están disponibles en un formato legible y gratuito por la computadora del cliente, por ejemplo, hoja de cálculo en Excel, archivos CSV y XML?	Experto 1 (2020) dice, “Se pueden añadir formatos como json, entre otros”
51	¿Se realizan actividades de Investigación y Desarrollo que utilicen los datos espaciales de la institución pública, por ejemplo, desarrollan el manejo de datos espaciales en 3D para la gobernanza urbana o se coordina con la autoridad nacional para mitigar los desastres en el ámbito de competencia de la institución pública?	Experto 1 (2020) dice, “¿Debe decir actividades?”

7.2.1.2 Acta de conformidad sobre la evaluación del modelo de medición

El informe del juicio experto junto con los comentarios se registrará de manera formal en un acta de conformidad sobre la evaluación del modelo de medición para que quede constancia de lo realizado. En esta acta de conformidad, el experto firma con su rol de trabajador de la Secretaría de Gobierno Digital haber realizado la evaluación de los componentes del modelo de medición que se mencionan. Un extracto del acta de conformidad firmada por el experto se puede observar en la figura 22.

Acta de conformidad sobre la realización de la evaluación del modelo de madurez del uso de datos abiertos espaciales (OSD-MM) por el experto

Lima, 01 de Octubre de 2020

Yo: Darwin Quispe Llancauro con DNI: 41140454 con cargo de profesional de la oficina: Secretaría de Gobierno Digital. En mi condición de experto evaluador del uso de datos abiertos espaciales, respondí a las preguntas de la evaluación del modelo de madurez del uso de datos abiertos espaciales (OSD-MM), siguientes:

- 1) ¿En base a su experiencia trabajando en la Secretaría de Gobierno Digital en datos espaciales y/o la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (IDEP) en el uso de datos abiertos espaciales en las instituciones pública del Perú, cuál sería su juicio experto sobre la matriz de medición y de las preguntas que la componen, establecidas en el modelo de medición de la madurez del uso de datos abiertos espaciales (OSD-MM)?

Figura 22. Extracto del acta de conformidad sobre la evaluación del modelo de medición

En la figura 22 se muestra la fecha del acta, la identificación del experto de la Secretaría de Gobierno Digital y el criterio utilizado junto con el componente del modelo de medición evaluado que en este caso es la matriz de medición y las preguntas que la componen.

En el acta de conformidad completo se encuentra la descripción de los otros componentes del modelo que se evaluaron y la firma de experto evaluador. En el Anexo Q se encuentra un [enlace](#) al [archivo](#) "20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ActaConformidadEvaluación_EF.pdf" que contiene el acta de conformidad completo.

7.2.2 Protocolo para efectuar la validación de los resultados del modelo de madurez aplicado

El protocolo de validación, en el caso de usar juicio experto, consta resumidamente de corregir en el modelo de medición las observaciones dadas por el experto y generar los documentos necesarios que lo evidencien. El protocolo completo se ilustra en la figura 23 y la realización de cada actividad se explicará a mayor detalle en los siguientes apartados.

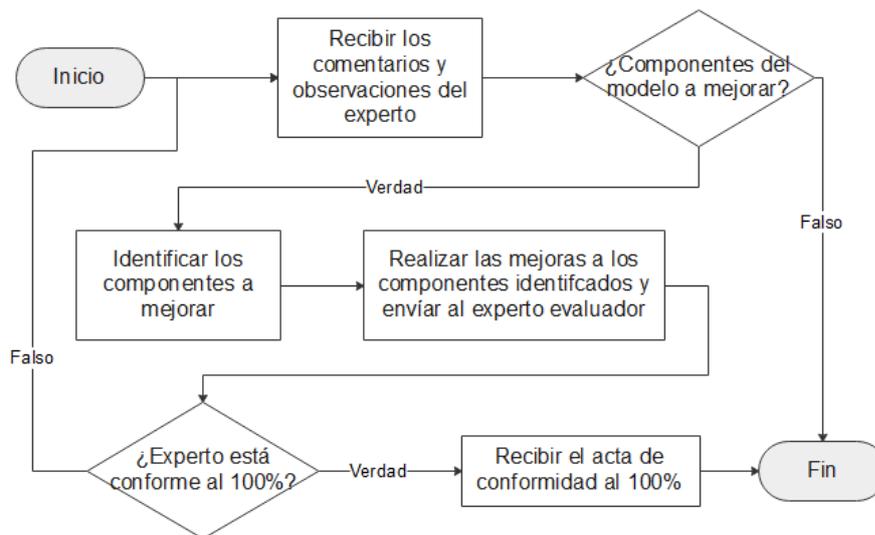


Figura 23. Protocolo para realizar la validación por juicio experto

7.2.2.1 Recibir los comentarios y observaciones del experto

Esta actividad ya se realizó en el apartado “7.2.1.1 Informe de juicio experto” donde se detallan todos los comentarios y observaciones del experto a mayor detalle.

7.2.2.2 Identificar los componentes a mejorar

A raíz de las observaciones recibidas del experto se decidió cambiar para mejorar los componentes siguientes: “Lista de criterios para medir la madurez del uso de datos espaciales” y “Calificador de empresa”.

7.2.2.3 Realizar las mejoras a los componentes identificados

Se presentarán los componentes del modelo de medición, identificados previamente, mejorados y actualizados. En general, las mejoras realizadas serán por cada observación obtenida del experto y estarán acompañadas de un análisis.

7.2.2.3.1 Mejora a los criterios para medir la madurez del uso de datos espaciales

Se analizan y detallan las mejoras a los criterios para medir la madurez que fueron observadas y/o comentadas por el juicio experto en la tabla 52, con la intención de obtener nuevos y finales criterios de madurez.

Tabla 52. Análisis y mejora de los criterios de madurez observados

Criterio de madurez observado	Análisis para proponer mejoras
-------------------------------	--------------------------------

<p>¿La mayoría de sus trabajadores dedicados al área de datos espaciales son a tiempo completo?</p>	<p>En una encuesta para medir la madurez del uso de datos espaciales abiertos en instituciones públicas estadísticas de Europa, se encontró que Liechtenstein no tenía empleados a tiempo completo en la gestión de su software GIS (Kalogeropoulos et al., 2019). Por lo tanto; la intención al extraer esta buena práctica del uso de datos abiertos espaciales para el modelo de medición era saber si las instituciones públicas en el Perú estaban en ese nivel. Sin embargo, la opinión del experto demuestra que esta pregunta está demás ya que, de manera normal, las instituciones públicas del Perú que usan datos abiertos espaciales cuentan con un área para la gestión de GIS que incluye personal. En base a esta fundamentación, se ha decidido eliminar esta pregunta de madurez y agregarla al calificador de la empresa para no evaluar las excepciones negativas que no cuentan con trabajadores dedicados al área de datos espaciales a tiempo completo.</p>
<p>¿Existen una visión general establecida sobre los datos abiertos?</p>	<p>Los datos abiertos incluyen varios tipos de datos; por lo tanto, ser más específicos al preguntar por la visión de los datos abiertos espaciales sería más correcto.</p>
<p>¿Se utiliza alguna plataforma de base de datos para almacenar los datos GIS de la institución pública, por ejemplo, MS-SQL, Oracle, Ms Access u otros?</p>	<p>En una evaluación a las instituciones de Jordania que utilizan datos espaciales se obtuvo que las plataformas de bases de datos espaciales utilizadas eran MS-SQL, Oracle, Ms Access y otras (Gharaibeh et al., 2018). Sin embargo; analizando desde la opinión del experto, se observa que para la realidad peruana sería mejor preguntar por plataformas de base de datos espaciales más avanzadas y establecidas en la industria de datos espaciales que analizando en el estado del arte serían las siguientes: MySQL, PostgreSQL (Cezarino, 2017), PostGIS (Postgre SQL 9.x) (Sagadiyev et al., 2016) y Oracle Spatial (Acharya & Pandey, 2018)</p>
<p>¿Los datos abiertos en su mayoría se abren de forma masiva (datos disponibles en un conjunto de archivos estáticos que se pueden descargar directamente desde un sitio web de alojamiento) y/o se abren y se mantienen en forma de API para permitir crear aplicaciones, sitios web u otros?</p>	<p>Debido a que abrir los datos de forma masiva y de forma de API son métodos distintos, se procederá a separar en preguntas independientes para aumentar su claridad. Donde la descarga por medio de API, incluye los servicios web para compartir datos.</p>
<p>¿Los datos abiertos están disponibles en un formato legible y gratuito por la computadora del</p>	<p>Se modificará la pregunta en vez de usar “formato legible” se usará “formato fácilmente entendible y procesable por la computadora del cliente (legible)”.</p>

cliente, por ejemplo, hoja de cálculo en Excel, archivos CSV y XML?	Además; se revisó el estado del arte para extraer formatos legibles y gratuitos por computadora y diferentes a los mencionados, los cuales son los siguientes: Shapefile, JSON, NetCDF, KML, WMS, WCS (Zeleti & Ojo, 2017), GML (De Los Reyes et al., 2017) y geoJSON (Johnson et al., 2017)
¿Se realizan actividades de Investigación y Desarrollo que utilicen los datos espaciales de la institución pública, por ejemplo, desarrollan el manejo de datos espaciales en 3D para la gobernanza urbana o se coordina con la autoridad nacional para mitigar los desastres en el ámbito de competencia de la institución pública?	Corrección ortográfica simple que consta de cambiar la palabra “activadas” por “actividades”

Un extracto de la nueva matriz de trazabilidad que muestra solo los criterios de madurez modificados, a raíz del análisis realizado en la tabla 52 previa, y el estudio del estado del arte que dio su origen se presenta en la tabla 53.

Tabla 53. Extracto de la nueva matriz de trazabilidad solo con los criterios de madurez modificados

ID	Paper(s) \ Referencia	Pregunta
5	(Hansen & Schrøder, 2019)	¿Existen una visión general establecida sobre los datos abiertos espaciales? (Hansen & Schrøder, 2019) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
8	(Gharaibeh et al., 2018), (Cezarino, 2017), (Sagadiyev et al., 2016), (Acharya & Pandey, 2018)	¿Se utiliza alguna plataforma de base de datos para almacenar los datos GIS de la institución pública (Gharaibeh et al., 2018), por ejemplo, MySQL, PostgreSQL (Cezarino, 2017), PostGIS (Sagadiyev et al., 2016), Oracle Spatial (Acharya & Pandey, 2018) u otros? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
9	(Khan, 2017)	¿Los datos abiertos en su mayoría se abren de forma masiva (datos disponibles en un conjunto de archivos estáticos que se pueden descargar directamente desde un sitio web de alojamiento)? (Khan, 2017) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí

10	(Khan, 2017)	¿Los datos abiertos en su mayoría se abren y se mantienen en forma de API (datos dinámicos) para permitir crear aplicaciones, sitios web, compartir datos u otros? (Khan, 2017) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí
16	(Vancauwenberghe, 2018), (Khan, 2017), (Zeleti & Ojo, 2017), (De Los Reyes et al., 2017), (Johnson et al., 2017)	¿Los datos abiertos están disponibles en un formato fácilmente entendible y procesable por la computadora del cliente (legible) y gratuito (Khan, 2017; Vancauwenberghe, 2018), por ejemplo, hoja de cálculo en Excel, archivos CSV, XML (Khan, 2017), Shapefile, JSON, NetCDF, KML, WMS, WCS (Zeleti & Ojo, 2017), GML (De Los Reyes et al., 2017) y geoJSON (Johnson et al., 2017)? <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
26	(Acharya & Pandey, 2018)	¿Se realizan actividades de Investigación y Desarrollo que utilicen los datos espaciales de la institución pública, por ejemplo, desarrollan el manejo de datos espaciales en 3D para la gobernanza urbana o se coordina con la autoridad nacional para mitigar los desastres en el ámbito de competencia de la institución pública? (Acharya & Pandey, 2018) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente

La matriz de trazabilidad con los criterios de madurez mejorados y el estudio del estado del arte que dio su origen completa se encuentra en el Anexo R y se actualizó la matriz de medición del modelo de medición desarrollado en el archivo “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_6.1” con enlace en el Anexo G.

7.2.2.3.2 Mejora al Calificador de empresa

La siguiente y última observación dada por el experto es respecto a la existencia de un nivel 0 para las instituciones públicas que no tienen recursos para usar al máximo los datos abiertos espaciales.

Análisis de la mejora propuesta al Calificador de empresa:

El modelo de medición no considera un nivel 0 para las instituciones públicas que usan datos espaciales con necesidades tanto financieras, tecnológicas y de recursos humanos escasas o nulas y/o solo requieren salir del estado de emergencia en que se encuentran. Se tomó esta decisión para mejorar la eficacia de la evaluación y no concentrarse en otras variables que escapan del proceso del uso de datos abiertos espaciales; por ejemplo: factores políticos, pobreza de las regiones entre otros. Sin embargo, si estas instituciones públicas desearan de todos modos usar el modelo de medición, lo más probable es que no pasarían la función calificadora de empresa lo cual es equivalente a decir que tienen un

nivel de madurez 0 que implica que no habría un análisis estadístico y aplicarían todas las recomendaciones. Para este fin, se ha mejorado los argumentos de la función calificadora de empresa para que consideren en el nivel 0 a quienes no consiguen superar los umbrales mínimos de capacidad y recursos establecidos. La tabla 54 contiene un extracto de los argumentos de la función calificadora de la empresa mejorados.

Tabla 54. Extracto de los argumentos de la función calificadora de la empresa mejorados

Componente	Descripción	Fuente
Calificador de la empresa	CapacidadOrg: Capacidad organizativa básica de la institución pública respecto a los aspectos: gestión de base de datos espacial (Kalogeropoulos et al., 2019) y gestión documental del uso de datos espaciales (Ngereja et al., 2018)	Propio, (Kalogeropoulos et al., 2019), (Ngereja et al., 2018)
	RecursosOrg: Recursos de la organización básicos de la institución pública respecto a los aspectos: recursos de TI, recursos financieros y recursos humanos	Propio
	UmbralCapacidad: Se tiene una estructura de administración de la infraestructura de datos espaciales que gestionan bases de datos espaciales (Kalogeropoulos et al., 2019). Además; tienen normas para recolectar y documentar los datos espaciales, de manera que se tenga algún tipo de gestión documental (Ngereja et al., 2018).	(Kalogeropoulos et al., 2019), (Ngereja et al., 2018)
	UmbralRecursos: Se cuenta con los siguientes recursos de TI: se abren los datos de forma masiva (datos disponibles en un conjunto de archivos estáticos que se pueden descargar directamente desde un sitio web de alojamiento) y/o se abren y se mantienen en forma de API (datos dinámicos) (Khan, 2017), se cuenta con una base de datos GIS, un sistema operativo para ejecutar GIS y una configuración de red (LAN, WAN y/o Inalámbricas) (Gharaibeh et al., 2018). En cuanto a los recursos financieros se tiene algún tipo de financiación para el uso de datos espaciales (presupuesto propio y/o externo y de manera pública, privada y/o usando otros métodos) (Gharaibeh et al., 2018). Finalmente, se tienen recursos humanos que trabajen a tiempo completo o parcial en el área de datos espaciales (Kalogeropoulos et al., 2019).	(Khan, 2017), (Gharaibeh et al., 2018), (Kalogeropoulos et al., 2019)

Al ser un modelo de medición de madurez se caracteriza por tener un proceso de mejora continua y validación; por lo tanto, se busca que mejore en base a los resultados obtenidos de las instituciones públicas que sí tienen los recursos para abrir sus datos abiertos espaciales. Sin embargo, no se deja sin atender a las instituciones públicas que no tienen recursos ya que se le brindaría en ese caso toda la lista de recomendaciones con un especial énfasis a las recomendaciones del nivel 1.

La matriz de trazabilidad con los componentes del modelo a alto nivel mejorados y la fuente que se utilizó para definir cada uno de ellos y se encuentra en el Anexo S.

7.2.2.4 Recibir el acta de conformidad al 100%

El medio de verificación de este resultado es acta de conformidad 100% firmado por el experto que realizó el juicio experto inicial de manera que se evidencie formalmente que se encuentra de acuerdo con las mejoras propuestas y que no existen más observaciones a los componentes del modelo que revisó. Un extracto del acta de conformidad al 100% firmada por el experto se puede observar en la figura 24.

Acta de conformidad sobre el modelo de madurez del uso de datos abiertos espaciales (OSD-MM) por el experto

Lima, 28 de Octubre de 2020

Yo: Darwin Denis Quispe Llancauro con DNI: 41140454 con cargo de: Profesional de la oficina: Secretaria de Gobierno Digital. En mi condición de experto evaluador del uso de datos abiertos espaciales, brindo mi conformidad al 100% con las correcciones a las observaciones y comentarios de la evaluación del modelo de madurez del uso de datos abiertos espaciales (OSD-MM), realizada 01 de Octubre de 2020, que incluye los siguientes componentes:

Figura 24. Extracto del acto de conformidad al 100% sobre los componentes modelo de medición revisado.

En el Anexo T se encuentra un vínculo al archivo 20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ActaConformidad_Firmado_EF con el acta de conformidad al 100% completo firmado por el experto evaluador.

7.2.3 Caso de aplicación del modelo de medición

Las preguntas de madurez fueron respondidas por un representante de SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre) el día 6/11/2020 y MINAGRI (Ministerio de

Agricultura y Riego) el día 10/11/2020, especialistas en datos espaciales, mediante un formulario web cuyo vínculo se encuentra en el Anexo U. Posteriormente se aplicaron todos los protocolos, se procesaron las respuestas y se obtuvo el nivel de madurez y el reporte de madurez de cada una de las instituciones públicas evaluadas.

El correo electrónico con la aceptación voluntaria de los responsables de datos espaciales de las 2 instituciones públicas mencionadas a participar junto con la invitación realizada se encuentra en el Anexo V como un enlace al documento y un extracto se puede ver en la figura 25.

Manuel Francisco Tupia Anticona <tupia.mf@pucp.edu.pe> 5 de noviembre de 2020, 8:29
Para: Darwin Quispe Llancacuro <dquispel@pcm.gob.pe>
Cc: Jorge Manuel Pamo Giles <jpamo@minagri.gob.pe>, Alex Giancarlo Tantachuco Rios <atantachuco@serfor.gob.pe>, Giancarlo Jose Bruno Honores <gbruno@cultura.gob.pe>, Luis Amos Valer Villegas <lvaler@sernanp.gob.pe>, LUIS ALBERTO SALAS RODRIGUEZ <a20123136@pucp.pe>, MARIUXI ALEXANDRA BRUZZA MONCAYO <mariuxi.bruzzo@pucp.edu.pe>

Estimados colegas

Buenos días. Permítanos presentarnos, mi nombre es Manuel Tupia Director del Grupo de Investigación en Sistemas y Tecnologías Aplicadas al Gobierno Electrónico de la PUCP (GISTIC-eGOB, <https://investigacion.pucp.edu.pe/grupos/gisticegob/acerca-del-grupo/>) y con el apoyo de la Secretaría de Gobierno Digital en la persona de Darwin Quispe, hemos venido desarrollando una serie de proyectos orientados a la modernización de la administración pública y su correspondiente transformación digital.

Figura 25. Extracto de la participación voluntaria de los responsables de datos espaciales de las instituciones públicas invitadas.

Se describirán los criterios de madurez más relevantes de la evaluación obtenidos de la revisión sistemática del uso de datos espaciales que pertenecen al modelo propuesto junto con una descripción de la medida en que los cumple o no, basado en los resultados obtenidos, y la citación de los estudios de donde se extrajo el concepto de dichos criterios.

7.2.3.1 SERFOR

El modelo de medición asignó a SERFOR el “Nivel 4 – Predecible”. Un resumen general del desempeño de SERFOR en cuanto al cumplimiento, en porcentaje, de los criterios de madurez clasificados por los dominios del modelo se muestra en el diagrama de radar de la figura 26 donde acorde con el nivel asignado se pueden apreciar valores altos de cumplimiento de los diferentes dominios de madurez del modelo de medición; sin embargo la perspectiva ciudadana y emprendedora (Rahmatika et al., 2019) la cumple en menor medida en un 54%.

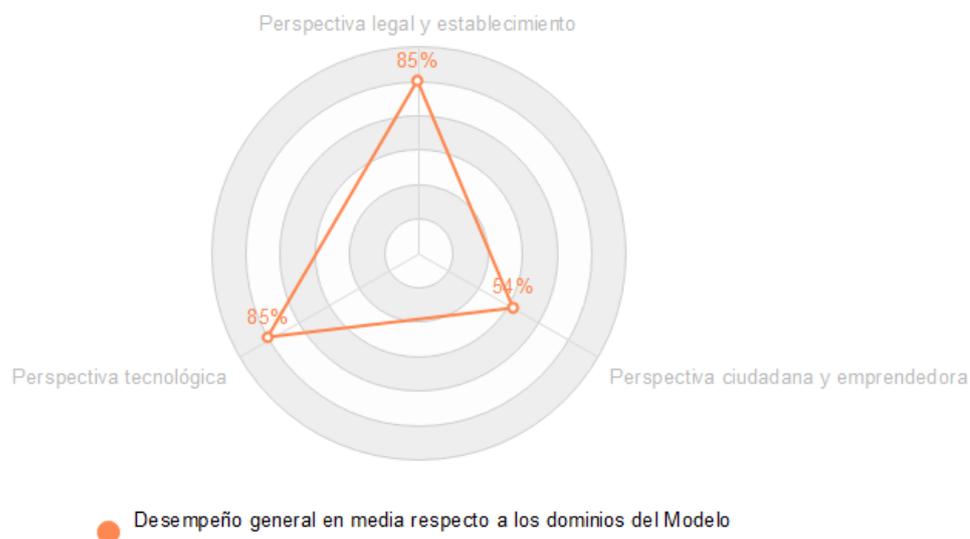


Figura 26. Desempeño de SERFOR clasificado por los dominios de (Rahmatika et al., 2019) del modelo

En la perspectiva legal y establecimiento (Rahmatika et al., 2019) SERFOR cumple gran parte de los criterios de madurez organizacionales, de todo el modelo, al 85% y sobresalen las siguientes características: se debe tener un presupuesto mayor asignado al área de datos espaciales (Gharaibeh et al., 2018) junto con una mejor presencia del liderazgo interno operacional (Srimuang et al., 2017) y político (Khan, 2017), mejorar su sistema de gestión documental y uso de licencias abiertas (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019), desarrollar una matriz de valor por cada proyecto GIS (Kim et al., 2019) y adoptar modelo de madurez (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019).

En la perspectiva tecnológica (Rahmatika et al., 2019) SERFOR cumple gran parte de los criterios de madurez, de todo el modelo, al 85% y sobresalen las siguientes características: utilizar más tecnología de teledetección en combinación con sus sistemas GIS (Kalogeropoulos et al., 2019); trabajar un poco más en la calidad de sus metadatos tal como planes de actualización (De Los Reyes et al., 2017), completar las funcionalidades claves de su geo portal (Dawidowicz & Zrobek, 2016), esforzarse con un grado mayor en la protección de la privacidad y confidencialidad (Johnson et al., 2017) que se puede complementar con mejoras a su servicio de Help Desk (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019) y agregar funcionalidades de búsqueda avanzadas (Zhu et al., 2016)

En la perspectiva ciudadana y emprendedora (Rahmatika et al., 2019) SERFOR cumple regularmente los criterios de madurez, de todo el modelo, al 54% y sobresalen las siguientes características por mejorar sobre todo las relacionadas al nivel 5 que le impiden

alcanzarlo: tener un área de investigación de I+D de datos espaciales (Acharya & Pandey, 2018), organizar Hacktones (Johnson et al., 2017), involucrar a los actores no gubernamentales en tareas de investigación, consulta experta (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019) y agregación de sus propios datos y finalmente habilitar servicios espaciales de contacto y transacción (bidireccionales) a través de eventos de desarrollo o brindando espacios de intercambio de conocimientos y experiencias (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018). A SERFOR solo le faltaría completar esta perspectiva siguiendo el análisis y las recomendaciones del modelo de medición e incluso tener la posibilidad de superarlas para llegar a la excelencia en esta área.

El análisis más extenso de la evaluación junto con las recomendaciones del modelo de medición a SERFOR se encuentran en el archivo “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ReporteMadurez_SERFOR_EF.docx” cuyo vínculo se presenta en el Anexo W. Las respuestas completas al cuestionario de evaluación se encuentran en el archivo “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_SERFOR_EF.xlsx” cuyo vínculo se presenta en el Anexo X.

7.2.3.2 MINAGRI

El modelo de medición asignó a MINAGRI el “Nivel 0 – Sin definir”. Un resumen general del desempeño de MINAGRI en cuanto al cumplimiento, en porcentaje, de los criterios de madurez clasificados por los dominios del modelo se muestra en el diagrama de radar de la figura 27 donde acorde con el nivel asignado se pueden apreciar valores medios a bajos de cumplimiento de los diferentes dominios de madurez del modelo de medición, pero la perspectiva legal y establecimiento (Rahmatika et al., 2019) demuestra ser su fortaleza.



Figura 27. Desempeño de MINAGRI clasificado por los dominios de (Rahmatika et al., 2019) del modelo

La perspectiva legal y establecimiento (Rahmatika et al., 2019) MINAGRI cumple al 71% y sobresalen las siguientes características: existe una visión sobre los datos abiertos espaciales (Hansen & Schröder, 2019) y se usan adecuados instrumentos de gestión del conocimiento (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019) pero se deben aumentar los esfuerzos por usar estándares de datos comunes a nivel nacional (Gharaibeh et al., 2018); tal como, usar licencias estándares de reutilización, por ejemplo, “Creative Commons” (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019) y una matriz de valor de los proyectos GIS que sirva para priorizar las soluciones comunes propuestas (Kim et al., 2019).

La perspectiva tecnológica (Rahmatika et al., 2019) MINAGRI cumple al 52% y sobresalen las siguientes características: los puntos fuerte son, que utilizan una base de datos espacial (Gharaibeh et al., 2018) conocida y usan la tecnología de teledetección (Kalogeropoulos et al., 2019); sin embargo, deben utilizar más estándares de servicios web como los establecidos por la OGC y mejorar la calidad de sus metadatos (De Los Reyes et al., 2017), desarrollar en mayor medida su geo portal que incluya funciones clave tales como brindar tutoriales, servicios espaciales, procedimiento y catálogos de servicios (Dawidowicz & Zrobek, 2016), mejorar la protección de la privacidad de sus datos abiertos espaciales (Johnson et al., 2017) para posteriormente brindar funciones avanzadas tales como búsqueda avanzada por mapas interactivos (Zhu et al., 2016).

La perspectiva ciudadana y emprendedora (Rahmatika et al., 2019) MINAGRI cumple al 42% y sobresalen las siguientes características: se debería dar una mayor oportunidad de

trabajar con organismos no gubernamentales para desarrollar más su infraestructura de datos espaciales ya se por medio de orientación y/o desarrollo de plataformas tecnológicas (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019), realizar esfuerzos para que cuando lleguen a los altos niveles de madurez ofrezcan servicios espaciales de información que luego puedan evolucionar y convertirse en servicios más avanzados de contacto y transacción (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018), recolectar estadísticas de las visualizaciones y accesos a sus portales y aplicaciones (Vancauwenberghe, 2018) y aumentar esfuerzos en la participación y colaboración de los ciudadanos por medio de formularios web y/o publicación de las opiniones (Rahmatika et al., 2019) y por medio del desarrollo de aplicaciones innovadoras organizando por ejemplo Hackatones (Johnson et al., 2017).

El análisis más extenso de la evaluación junto con las recomendaciones del modelo de medición a MINAGRI se encuentra en el archivo “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ReporteMadurez_MINAGRI_EF.docx” cuyo vínculo se presenta en el Anexo Y. Las respuestas completas al cuestionario de evaluación se encuentran en el archivo “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_MINAGRI_EF.xlsx” cuyo vínculo se presenta en el Anexo Z.

7.3 Discusión

Los resultados esperados de esta sección tienen como objetivo ser una forma de validación del modelo de medición desarrollado que en esta ocasión se realiza mediante el juicio experto.

Informe de juicio experto del modelo de madurez del uso de datos abiertos espaciales solo tuvo siete observaciones: seis preguntas de madurez y una respecto a la escala de madurez. Las cuales no representaban grandes cambios, pero algunas debían ser corregidas siguiendo la metodología utilizada para el desarrollo del modelo mientras que otras al ser simples solo requerían una corrección directa. Las pocas observaciones del experto y en su mayoría conformidad con el modelo de medición evaluado significa que se ha desarrollado un modelo que puede medir la madurez del uso de datos espaciales en las instituciones públicas del Perú. En el estado del arte, en la mayoría de los modelos y métodos de medición del uso de datos espaciales no se enfatiza en el proceso de validación realizado, aunque si se presentan casos de aplicación. Los resultados se pueden generalizar si se agregan más juicios expertos tanto nacionales como internacionales. Una limitante sería que debido al contexto actual es difícil contactarse con más expertos de la

Secretaría de Gobierno Digital (de ese nivel) para realizar la evaluación y en este caso se pudo acceder solo a uno de ellos.

Las observaciones y comentarios obtenidas del juicio experto se utilizan para mejorar el modelo de medición aprovechando su conocimiento y experiencia en el uso de datos abiertos espaciales en el estado peruano. Esto significa que el modelo de medición cuenta con una validación teórica, que se demostró en su construcción y práctica por medio de la conformidad al 100% por parte del experto del modelo de medición mejorado. En el estado del arte, la mayoría de los modelos y métodos de medición del uso de datos espaciales no menciona detalles de su proceso de validación o mejora continua. Además; una forma de generalización sería obtener la conformidad al 100% por una mayor cantidad de expertos; sin embargo, es difícil acceder a este tipo de expertos nacionales.

Los casos de aplicación del modelo de medición a SERFOR y MINAGRI permitieron conocer sus fortalezas y debilidades y proponer y analizar los aspectos que deberían mejorar relacionados al uso de datos abiertos espaciales para llegar a los niveles de madurez más altos. Finalmente, aunque ya se aplicó a dos instituciones públicas se espera que más instituciones públicas se interesen en utilizar el modelo de medición y obtener para un análisis detallado de lo que requieren mejorar para aumentar su nivel de madurez del uso de datos abiertos espaciales y ofrecer de este modo, todos los beneficios registrados en el estado del arte al país en general.

Capítulo 8. Conclusiones y Trabajos futuros

Este capítulo se encuentra dividido en conclusiones y trabajos futuros.

8.1 Conclusiones

El objetivo general: “Diseñar un modelo para la medición del nivel de madurez en el uso de datos espaciales en el Estado Peruano” se ha completado primero logrando establecer su núcleo que son la definición de los criterios de medición de la madurez para el uso de datos espaciales en instituciones públicas, luego diseñando y estableciendo los componentes del modelo a alto nivel que permitirá realizar la clasificación y llevar el control de su aplicación, posteriormente implementando y documentado los componentes del modelo para poder ser utilizado independientemente por cualquier institución pública para medir su madurez y obtener todos los beneficios del modelo de medición construido y finalmente mediante la validación por juicio experto de un experto de la Secretaría de Gobierno Digital, que son los coordinadores nacionales del uso de datos abiertos espaciales en el estado peruano, se obtuvo una conformidad al 100% del modelo de medición desarrollado.

La lista de criterios para medir la madurez del uso de datos espaciales está conformada por 60 buenas prácticas del uso de datos espaciales documentada en la literatura que luego de ser procesadas pueden ser utilizadas para fines relacionados a la mejora continua del uso de datos espaciales abiertos; por ejemplo, cumplir con todas las buenas prácticas del uso de datos espaciales abiertos extraídos garantizaría estar en el nivel de madurez más alto en línea con las iniciativas seguidas por los países más desarrollados o se pueden utilizar como este caso para crear un modelo de madurez. De este modo, el objetivo general 1: “Definir los criterios de medición de la madurez para el uso de datos espaciales en instituciones públicas”, se encuentra realizado con la lista de criterios para medir la madurez del uso de datos abiertos espaciales obtenida y procesada.

Los componentes del modelo descritos a alto nivel desarrollados permiten ajustar el núcleo de modelo de medición que son los criterios para medir la madurez, de manera que se pueda clasificar el nivel de madurez del uso de datos abiertos espaciales a una institución pública peruana, describir lo que implica el nivel de madurez obtenido, motivar la admisión y/o disminución de criterios de madurez en base a los objetivos del modelo y permite controlar e iniciar un proceso de mejora continua del modelo de medición por medio de las métricas del modelo. Además; al organizar los criterios de madurez en diferentes dimensiones y dominios facilita agruparlos para proceder a realizar un análisis cuantitativo

y cualitativo de los resultados obtenidos de la institución pública evaluada. De esto modo, el objetivo específico 2: “Diseñar los componentes del modelo” ha sido alcanzado con el desarrollo de los siguientes componentes: objetivos del modelo, escalas de madurez, clasificador de la empresa, incorporación de los criterios de medición de madurez anteriormente adaptados, métricas del modelo, responsabilidades y prácticas de aplicación del modelo y hoja de ruta para construcción del modelo.

El modelo de medición del nivel de madurez construido y documentado permite que cualquier institución pública utilice el modelo de medición, sin entrar en detalles de su construcción, utilizando la guía de aplicación junto con las plantillas en Excel que la acompañan poder obtener su nivel de madurez del uso de datos abiertos espaciales y utilizando el protocolo de reporte y las gráficas y recomendaciones calculadas automáticamente genere su reporte de madurez del uso de datos abiertos espaciales con la finalidad de justificar y sustentar la toma de decisiones para iniciar proyectos u acciones para mejorar su nivel de uso de los datos abiertos espaciales. De este modo el objetivo específico 3: “Implementar y documentar los componentes del modelo” se ha completado con la documentación final del modelo de medición del nivel de madurez construido. En Perú, según lo reportado en el estado del arte se utilizan muy poco este tipo de dato y disminuye aún más cuando se enmarca en las iniciativas de datos abiertos; por lo tanto, el objetivo final del modelo de madurez construido es tratar de impulsar mejoras para aumentar el uso de los datos abiertos espaciales en el gobierno electrónico y traer los beneficios reportados en la literatura al país.

El informe de juicio experto del modelo de madurez del uso de datos abiertos espaciales tiene la finalidad de obtener mejoras a raíz de la experiencia del experto nacional en el uso de datos abiertos espaciales y una garantía respecto a la eficacia del modelo de medición en el contexto peruano. Para lo cual se realizó una presentación y envió de los componentes principales del modelo y se extrajeron sus comentarios y observaciones de mejora junto con un acta que deje constancia de la evaluación realizada. El protocolo para efectuar la validación de los resultados del modelo de madurez aplicado cierra el proceso de la evaluación experta con su aprobación al 100% de modelo de medición. En este caso, las actividades realizadas fueron analizar los comentarios y observaciones del experto y proposición de mejoras al modelo de medición que finalmente se volvieron a entregar al experto. El nuevo juicio experto obtuvo la conformidad del experto al 100%; lo que implica que no encuentra ninguna observación o comentario de mejora del modelo de medición desarrollado. El objetivo específico 4: “Validar el modelo de medición del nivel de madurez”

se ha completado mediante los dos juicios expertos realizados que finalizan con la conformidad del experto evaluador al 100% con el modelo de medición desarrollado. De esta manera, se puede afirmar que el modelo de medición desarrollado se encuentra validado y sirve para medir la madurez del uso de datos abiertos espaciales en el estado peruano, lo que facilitará a las instituciones públicas a subir su madurez del uso de datos abiertos espaciales con la finalidad de alcanzar sus objetivos particulares.

Finalmente, el modelo de medición construido fue expuesto en una conferencia internacional y se encuentra publicado en el artículo de investigación de (Salas et al., 2021).

8.2 Trabajos futuros

Luego de identificar el nivel de madurez y las brechas en los diferentes dominios y dimensiones del uso de datos abiertos espaciales, la institución pública evaluada con la finalidad de llegar a un nivel óptimo podría proponer proyectos a la alta dirección, en base a su informe de madurez, relacionados al desarrollo de aplicaciones que utilizan datos abiertos espaciales con la finalidad de aumentar su nivel de madurez y satisfacer de manera adecuada las necesidades del estado peruano y sus ciudadanos.

El modelo de medición del uso de datos abiertos espaciales desarrollado esta pensado para ser aplicado en el estado peruano; sin embargo, se podría partir de esta base para crear un modelo de medición del uso de datos abiertos espaciales a nivel de todo el continente de América del Sur que considere y priorice los diversos objetivos, culturas y estándares de cada país y que permita de ser el caso el desarrollo de una organización continental que gobierne adecuadamente la interoperabilidad de los datos abiertos espaciales de América del Sur siguiendo las buenas prácticas que permiten una mejor gestión del continente.

Se pueden crear estándares, procesos, tecnologías y/o marcos de trabajo que se requiera para aumentar la interoperabilidad y superar los problemas identificados gracias a la aplicación del modelo de medición en diversas instituciones públicas; de manera que en el futuro cualquier institución pública que implemente datos abiertos espaciales se le sea más fácil aumentar su nivel de madurez del uso de este tipo de dato abierto.

Referencias

- Acharya, P. S., & Pandey, S. (2018). *National Spatial Data Infrastructure India (NSDI-India)—Present Status and the Future Strategies BT - Geospatial Infrastructure, Applications and Technologies: India Case Studies* (N. L. Sarda, P. S. Acharya, & S. Sen (eds.); pp. 7–16). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2330-0_2
- Alemán Castilla, M. C., & Gonzáles Zavaleta, E. (2003). Introducción a los Modelos. In *Modelos Financieros en Excel* (pp. 1–7).
- Aydinoglu, A. C., & Bovkir, R. (2017). Generic land registry and cadastre data model supporting interoperability based on international standards for Turkey. *Land Use Policy*, 68, 59–71. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.07.029>
- Boersma, F. (2018). *Assessing the National Spatial Data Infrastructure of Croatia*.
- Brooks, P. (2012). *Metrics for Service Management: Designing for ITIL* (J. Chittenden (ed.); Primera ed). Van Haren Publishing, Zaltbommel, www.vanharen.net.
- Bruzzo, M., Tupia, M., & Vancauwenberghe, G. (2020). *State-of-the-Art Applications of Spatial Data Infrastructure in the Provision of e-Government Services in Latin America BT - Information Technology and Systems* (Á. Rocha, C. Ferrás, C. E. Montenegro Marin, & V. H. Medina García (eds.); pp. 124–140). Springer International Publishing.
- Cezarino, L. (2017). Geospatial open data sources in Brazil. *Espacios*, 38(11).
- Chrissis, M. B., Konrad, M., & Shrum, S. (2012a). 1 Introduction. In *CMMI for Development: Guidelines for Process Integration and Product Improvement* (3rd ed.).
- Chrissis, M. B., Konrad, M., & Shrum, S. (2012b). 2 Process area components. In *CMMI for Development: Guidelines for Process Integration and Product Improvement* (3rd

ed.).

Chrissis, M. B., Konrad, M., & Shrum, S. (2012c). 3 Tying it all together. In *CMMI for Development: Guidelines for Process Integration and Product Improvement* (3rd ed.).

CONCYTEC. (n.d.). *Primer Censo revela baja inversión en investigación y desarrollo en el Perú*. Retrieved May 20, 2020, from

<https://portal.concytec.gob.pe/index.php/noticias/1051-primer-censo-revela-baja-inversion-en-investigacion-y-desarrollo-en-el-peru>

Conditions contributing to deaths involving coronavirus disease 2019 (COVID-19), by age group, United States. (n.d.). Retrieved May 15, 2020, from

<https://healthdata.gov/dataset/conditions-contributing-deaths-involving-coronavirus-disease-2019-covid-19-age-group-0#%7Bview-graph:%7BgraphOptions:%7Bhooks:%7BprocessOffset:%7B%7D,bindEvents:%7B%7D%7D%7D%7D,currentView:!grid,graphOptions:%7Bhooks:%7Bproc>

Dawidowicz, A., & Zrobek, R. (2016). Hierarchical development of the Spatial Data Infrastructures as a globalization trend. *2016 Baltic Geodetic Congress (BGC Geomatics)*, 147–153.

De Los Reyes, M., González, L., & Sosa, R. (2017). Quality model for the evaluation of geospatial web services within the spatial data infrastructure of Uruguay. *2017 43rd Latin American Computer Conference, CLEI 2017, 2017-Janua*, 1–10.

<https://doi.org/10.1109/CLEI.2017.8226432>

Dessì, N., Garau, G., Recupero, D. R., & Pes, B. (2016). Increasing Open Government Data Transparency with Spatial Dimension. *2016 IEEE 25th International Conference on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE)*, 247–249.

Diario Oficial El Peruano. (2002). *LEY N° 27658*.

Diario Oficial El Peruano. (2007). *Resolución Ministerial N° 325-2007-PCM*.

<http://www.geoidep.gob.pe/images/descargas/rm-325-2007-pcm.pdf>

Diario Oficial El Peruano. (2011a). *DECRETO SUPREMO N° 069-2011-PCM*.

Diario Oficial El Peruano. (2011b). *NORMAS LEGALES- El Peruano- Crean Plataforma de Interoperabilidad del Estado-PIDE*. In *Normas Legales* (p. 451978).

https://www.gobiernodigital.gob.pe/normas/0/NORMA_0_DECRETO SUPREMO N° 083-2011-PCM.pdf

Diario Oficial El Peruano. (2014a). *DECRETO SUPREMO N° 133-2013-PCM. 2015*.

<https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/5/jer/mlegal/files/LEY-30224.pdf>

Diario Oficial El Peruano. (2014b). *RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 241-2014-PCM*.

Diario Oficial El Peruano. (2018a). *Decreto legislativo n° 1412*. 4–8.

Diario Oficial El Peruano. (2018b). *Decreto Supremo N° 033-2018-PCM Decreto Supremo que crea la Plataforma Digital Única del Estado Peruano y establecen disposiciones adicionales para el desarrollo del Gobierno Digital*. 3.

Diario Oficial El Peruano. (2020a). *DECRETO DE URGENCIA N° 006-2020 DECRETO*.

Diario Oficial El Peruano. (2020b). *Decreto de Urgencia N° 007-2020 Que Aprueba El Marco De Confianza Digital Y Dispone Medidas Para Su Fortalecimiento*. *Editora Perú - El Peruano*, 6–9.

Edraw Max Guide. (n.d.). Retrieved June 18, 2020, from

<https://www.edrawsoft.com/guide/edrawmax/>

El Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI. (2018). *Presentan estudio sobre*

lecciones aprendidas por El Fenómeno el Niño Costero - INDECI Tarea de Todos.

<https://www.indeci.gob.pe/presentan-estudio-sobre-lecciones-aprendidas-por-el-fenomeno-el-nino-costero/>

GEOIDEP. (2020). *Nodos Intermedios*. <https://www.geoidep.gob.pe/nodos-idep/nodos-intermedios>

Gharaibeh, I., Ahamad, M. S. S., & Malkawi, B. S. (2018). The development of National Spatial Data Infrastructure (NSDI) in Jordan-challenges and awareness. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(13), 5067–5076.
<https://doi.org/10.3923/jeasci.2018.5067.5076>

Hansen, H. S., & Schröder, L. (2019). The Societal Benefits of Open Government Data with Particular Emphasis on Geospatial Information. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics): Vol. 11709 LNCS*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27523-5_3

Herramienta de visualización del conjunto de datos abiertos “Muestra de Datos – Bonos COVID-19 – [Ministerio de Desarrollo Inclusión Social -MIDIS].” (n.d.). Plataforma Nacional de Datos Abiertos. Retrieved May 14, 2020, from <https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/bonos-covid-19-ministerio-de-desarrollo-inclusion-social-midis/resource/d0c69852-d2ac-4dcc#%7Bview-graph:%7BgraphOptions:%7Bhooks:%7BprocessOffset:%7B%7D,bindEvents:%7B%7D%7D%7D%7D,graphOptions:%7Bhooks:%7BprocessO>

IDEP. (n.d.). *Logros Alcanzados*. Retrieved May 20, 2020, from <https://www.geoidep.gob.pe/institucional/logros-alcanzados>

ISACA. (2013a). *Guía de Auto-Evaluación: Usando COBIT 5*. 24.

ISACA. (2013b). *Guía del Evaluador: Usando COBIT® 5*.

ISACA. (2013c). *Modelo de Evaluación de Procesos (PAM): Usando COBIT® 5*.

- ISACA. (2018). *COBIT 2019 Marco De Referencia: Introducción y metodología*.
- ISO. (2019). *ISO - The ISO Survey*. <https://www.iso.org/the-iso-survey.html>
- Jarar Oulidi, H. (2019). 1 - *Theoretical Framework* (H. B. T.-S. D. on W. Jarar Oulidi (Ed.); pp. 1–62). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-1-78548-312-7.50001-6>
- Johnson, P. A., Sieber, R., Scassa, T., Stephens, M., & Robinson, P. (2017). The Cost(s) of Geospatial Open Data. *Transactions in GIS*, 21(3), 434–445. <https://doi.org/10.1111/tgis.12283>
- Kalogeropoulos, K., Stathopoulos, N., Tsatsaris, A., & Chalkias, C. (2019). A survey of the Geoinformatics use for census purposes and the INSPIRE maturity within Statistical Institutes of EU and EFTA countries. *Annals of GIS*, 25(2), 167–178. <https://doi.org/10.1080/19475683.2019.1595724>
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2016). 2. ¿Por qué necesitan las empresas un Cuadro de Mando Integral? In *El cuadro de mando integral*.
- Karen Layne, J. L. (2001). Developing fully functional E-government: A four stage model. *Government Information Quarterly*, 122–136. [https://doi.org/10.1016/S0740-624X\(01\)00066-1](https://doi.org/10.1016/S0740-624X(01)00066-1)
- Khan, G. F. (2017). Enabling an Open Government. In *Social Media for Government*. Springer, Singapore.
- Kim, M., Gwak, I., & Koh, J. (2019). The strategies of advanced local spatial data infrastructure for Seoul Metropolitan Government. *International Journal of Urban Sciences*, 23(3), 352–368. <https://doi.org/10.1080/12265934.2018.1458639>
- Kitchenham, B. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. *Technical Report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE*.

- Kubicek, H., Cimander, R., & Scholl, H. J. (2011). Interoperability in Government. In *Organizational Interoperability in E-Government: Lessons from 77 European Good-Practice Cases* (pp. 17–34). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-22502-4_2
- Lembo, A. (2020a). *Learning the FOSS4G Stack: Enterprise GIS with Postgres and PostGIS [Video]*. Packt.
<https://subscription.packtpub.com/video/programming/9781800201958>
- Lembo, A. (2020b). *Learning the FOSS4g Stack: Geoserver [Video]*. Packt.
<https://subscription.packtpub.com/video/programming/9781800208926>
- Mapa de emergencias*. (n.d.). Retrieved May 17, 2020, from <http://sigeo.mtc.gob.pe/visorcoe01mtc2017/>
- Ngereja, Z. R., Liwa, E. J., & Buberwa, F. (2018). Adoption of geospatial governance in the context of E-Government in Tanzania: Addressing bottlenecks in spatial data infrastructure development. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 42(4W8), 163–170.
<https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W8-163-2018>
- Open Data Institute. (n.d.). *ODI Open Data Certificate*. Retrieved September 26, 2022, from <https://certificates.theodi.org/en/about>
- Oviedo, E., Mazón, J. N., & Zubcoff, J. J. (2015). Quality and maturity model for open data portals. *Proceedings - 2015 41st Latin American Computing Conference, CLEI 2015*.
<https://doi.org/10.1109/CLEI.2015.7360011>
- Portal del Estado Peruano*. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from https://www.peru.gob.pe/directorio/pep_directorio_poderes.asp
- Rahmatika, M., Krismawati, D., Rahmawati, S. D., Arief, A., Sensuse, D. I., & Dzulfikar, M.

- F. (2019). An open government data maturity model: A case study in BPS-statistics Indonesia. *2019 7th International Conference on Information and Communication Technology, ICoICT 2019*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/ICoICT.2019.8835352>
- Rawat, J. S., & Dobhal, R. (2018). *Uttarakhand State Geo-Portal for Decentralized Governance BT - Geospatial Infrastructure, Applications and Technologies: India Case Studies* (N. L. Sarda, P. S. Acharya, & S. Sen (Eds.); pp. 61–73). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2330-0_6
- Sagadiyev, K., Kang, H. K., & Li, K. J. (2016). Issues on building Kazakhstan geospatial portal to implement e-government. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 41, 633–636. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XLI-B2-633-2016>
- Salas, L., Tupia, M., & Bruzza, M. (2021). A Measurement Maturity Model in the Use of Spatial Data Applied to e-Government. *2021 16th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, 1–8. <https://doi.org/10.23919/CISTI52073.2021.9476509>
- Schade, S., Granell, C., Vancauwenberghe, G., Keßler, C., Vandenbroucke, D., Masser, I., & Gould, M. (2020). *Geospatial Information Infrastructures BT - Manual of Digital Earth* (H. Guo, M. F. Goodchild, & A. Annoni (Eds.); pp. 161–190). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-32-9915-3_5
- Servicios de Descarga WFS del Ministerio del Ambiente. (n.d.). *Servicios de Descarga WFS*. Retrieved July 7, 2020, from <https://www.geoidep.gob.pe/servicios-idep/catalogo-nacional-de-servicios-web/servicios-de-publicacion-de-objetos-wfs>
- Shkabatur, J., & Peled, A. (2016). Sustaining the open government data movement worldwide: Insights from developing countries. *Proceedings of the 6th International*

- Conference for E-Democracy and Open Government, CeDEM 2016*, 172–179.
<https://doi.org/10.1109/CeDEM.2016.10>
- Solar, M., Concha, G., & Meijueiro, L. (2012). *A Model to Assess Open Government Data in Public Agencies BT - Electronic Government* (H. J. Scholl, M. Janssen, M. A. Wimmer, C. E. Moe, & L. S. Flak (Eds.); pp. 210–221). Springer Berlin Heidelberg.
- Srimuang, C., Cooharajanone, N., Tanlamai, U., & Chandrachai, A. (2017). Open government data assessment model: An indicator development in Thailand. *International Conference on Advanced Communication Technology, ICACT*, 341–347. <https://doi.org/10.23919/ICACT.2017.7890110>
- Van der Wal, E. (2018). *Assessment of an Open Spatial Data Infrastructure Case study: Sweden*.
- Van Haren Publishing. (2019). *ITIL ® 4 Foundation Courseware - English*.
- van Loenen, B., Vancauwenberghe, G., Cromptvoets, J., & Dalla Corte, L. (2018). *Open Data Exposed BT - Open Data Exposed* (B. van Loenen, G. Vancauwenberghe, & J. Cromptvoets (Eds.); pp. 1–10). T.M.C. Asser Press. https://doi.org/10.1007/978-94-6265-261-3_1
- Vancauwenberghe, G. (2018). Assessing Open Data. In *Open Data Exposed*. T.M.C. Asser Press, The Hague.
- Vancauwenberghe, G., & van Loenen, B. (2018). *Exploring the Emergence of Open Spatial Data Infrastructures: Analysis of Recent Developments and Trends in Europe*. 23–45. https://doi.org/10.1007/978-3-319-59442-2_2
- Vancauwenberghe, G., & van Loenen, B. (2019). *Governing Open Spatial Data Infrastructures: The Case of the United Kingdom BT - Governance Models for Creating Public Value in Open Data Initiatives* (M. P. Rodríguez Bolívar, K. J. Bwalya,

& C. G. Reddick (Eds.); pp. 33–54). Springer International Publishing.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-14446-3_2

Visor del mapa digital del inventario de glaciares del Perú. (n.d.). Visor de Mapas Del Perú - Infraestructura de Datos Espaciales Del Perú. Retrieved May 15, 2020, from http://mapas.geoidep.gob.pe/mapasperu/?config=viewer_wms&wmsuri=http://geo.ana.gob.pe/arcgis/rest/services/SERV_INVENTARIO_GLACIARES/MapServer&wmstile=Inventario Nacional de Glaciares&t=1

Vračić, T., Varga, M., & Ćurko, K. (2016). Effects and evaluation of open government data initiative in Croatia. *2016 39th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, 1521–1526. <https://doi.org/10.1109/MIPRO.2016.7522380>

Warekuromor, T., James, A., Anifowose, B., & Trodd, N. (2017). A distributed, scalable and provenance-enabled data access protocol for spatial data infrastructure. *2017 IEEE 21st International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)*, 180–185.

Zeleti, F. A., & Ojo, A. (2017). Open data value capability architecture. *Information Systems Frontiers*, 19(2), 337–360. <https://doi.org/10.1007/s10796-016-9711-5>

Zerban, A. M. (2015). Enhancing Accountability of E-Government in Saudi Arabia Public Sector Organizations through Balanced Score-Card. *International Research Journal of Applied Finance*, 6(11), 712–735.

Zerger, A. (2015). *A National Environmental Information Infrastructure*. www.mssanz.org.au/modsim2015

Zhu, Y., Guo, C., Liu, R., Bajracharya, R. M., & Fang, S. (2016). Prospective on data sharing network, technical standards and software platform in the HKH region.

International Conference on Geoinformatics, 2016-Janua.

<https://doi.org/10.1109/GEOINFORMATICS.2015.7378700>

Zwirowicz-Rutkowska, A., & Michalik, A. (2016). The Use of Spatial Data Infrastructure in Environmental Management:an Example from the Spatial Planning Practice in Poland. *Environmental Management*, 58(4), 619–635. <https://doi.org/10.1007/s00267-016-0732-0>



Anexos

Anexo A: Plan de Proyecto

- **Justificación**

Existe una gran variabilidad en áreas de aplicación de datos espaciales en el gobierno electrónico, tales como: gestión del medio ambiente, gestión de desastres, gestión de mapas epidemiológicos (Cezarino, 2017) y gestión de catastro y planeamiento urbano (Aydinoglu & Bovkir, 2017), entre muchas otras áreas. Así como también, existe una gran variabilidad de implementaciones de los componentes de infraestructura de datos espaciales que incluyen temas como: la interoperabilidad, el uso de software libre, la construcción y el uso de geo portales, la arquitectura orientada a servicios (SOA), el enfoque de desarrollo y el gobierno de TI implementado. Dichos descubrimientos, refuerzan la afirmación, de que la definición del modelo de infraestructura de datos espaciales que facilita los diferentes niveles de uso de datos espaciales en cada gobierno y/u organización, cambian dependiendo de su visión, objetivos y los requisitos particulares y por ende cambia también, la prioridad de sus criterios de evaluación (Gharaibeh et al., 2018). Por lo tanto; se observa el problema de la falta de identificación, selección y definición de criterios estandarizados para medir el nivel de madurez del uso, tan variado, de datos espaciales en el gobierno electrónico de un país o región.

La infraestructura de datos espaciales del Perú ofrece un geo portal (GEOIDEP) creado por el decreto supremo (Diario Oficial El Peruano, 2011a) que tiene errores de acceso y de descarga de los datos espaciales. Además, según (Bruzza et al., 2020) basados en su revisión de la literatura, han detectado que la infraestructura de datos espaciales del Perú es solamente un repositorio de información más no una estructura para interoperar datos espaciales, lo que indicaría que no hay mayor empleo por parte de las instituciones públicas de los datos abiertos espaciales ni que se desarrollen aplicaciones. De esta manera, la ausencia de aplicaciones públicas avanzadas de gestión de los fenómenos sociales o naturales relacionados a la geografía, que ayuden a disminuir sus efectos, también se manifiesta observando las cifras que dejó el fenómeno “El Niño Costero 2017” donde se menciona que hubieron 1.7 millones de personas afectadas y daños que superan los 4000 millones de dólares (El Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, 2018). Todos estos problemas y ausencias previamente mencionados, suceden a pesar de tener una ley que busca la modernización del estado peruano desde el 2002 (Diario Oficial El Peruano, 2002) y decretos relacionados con el establecimiento de servicios digitales de gobierno electrónico (Diario Oficial El Peruano, 2020a, 2020b). Por lo que; se deslumbraría que la infraestructura de datos espaciales en el Perú no estaría del todo alineada a las buenas prácticas de gobierno y de gestión de TI, en otras palabras, no existe un diseño estándar de componentes a alto nivel en el uso de datos espaciales en el estado peruano que sirva para su evaluación y/o implementación correcta.

La medición del uso de datos espaciales abiertos servirá para encontrar la incapacidad para descubrir (metadatos estándares), acceder (servicios web a los ciudadanos) y reutilizar los datos espaciales del país (Zerger, 2015). Determinar el nivel de madurez de datos abiertos servirá como una guía para superar las barreras legales, tecnológicas y ciudadanas del uso de los datos abiertos, de manera que se pueda involucrar al ciudadano en la generación de productos innovadores que ayuden a los gobiernos a mejorar la calidad de sus servicios prestados (Rahmatika et al., 2019). Para tratar el

problema de la medición del nivel de madurez del uso de datos abiertos y/o datos espaciales, aplicados al gobierno electrónico, se han desarrollado modelos específicos para cada país; por ejemplo: NEII conformance framework” aplicado en Australia (Zerger, 2015), “Open Data Maturity Model (OD-MM)” aplicado en Indonesia (Rahmatika et al., 2019) y “Modelo de calidad y madurez para portales de datos abiertos” aplicado en Costa Rica (Oviedo et al., 2015). Se encuentra entonces que la mayoría de países escoge algún modelo general y lo adapta a su propia situación y/o prioridades. Sin embargo; no se encontró reportado algún modelo de evaluación de la madurez del uso de los datos espaciales en Perú. Por lo tanto; se afirma que no existe una implementación de un modelo de madurez del uso de datos espaciales en las entidades públicas del Perú.

El Perú tiene en conjunto 2130 instituciones públicas que brindan servicios públicos a nivel nacional, con requisitos de interoperabilidad estándar para su adecuado funcionamiento. Sin embargo, no todas muestran el mismo nivel de madurez en cuanto a su capacidad tecnológica; por ejemplo, según la encuesta de la ISO en el 2018 solo 49 empresas (entre el sector público y privado) tienen el certificado ISO/IEC 27001_2013 (Sistema de seguridad de la información) y 16 empresas peruanas tienen el certificado ISO/IEC 20000-1:2018 (Requisitos del sistema de gestión de servicios) (ISO, 2019). Por lo que; para tener una idea objetiva de su nivel de madurez en temas tecnológicos especializados tales como el uso de datos espaciales en el gobierno electrónico; se requiere aplicar el modelo del nivel de madurez del uso de datos espaciales en algunas instituciones públicas del Perú con el fin de validar su diseño y construcción para poder ser utilizado posteriormente, en las demás instituciones públicas peruanas que usen datos espaciales. De manera, que se pueda conocer el estado actual de desarrollo de esta iniciativa e impulsar, el desarrollo de planes de mejora.

Se propone diseñar y construir un modelo de medición de la madurez del uso de datos espaciales en el estado peruano, que pueda generar una evaluación objetiva del uso de datos espaciales y establecer una hoja de ruta para guiar (subir de nivel) los procesos de mejora continua, en cualquier institución pública del estado peruano que lo utilice.

Los organismos reguladores y las entidades públicas que utilicen datos espaciales abiertos se beneficiarían cumpliendo con las leyes y regulaciones sobre el uso de datos espaciales abiertos en el estado peruano; tales como: la modernización del estado peruano y los decretos relacionados a los servicios de gobierno electrónico e intercambio de información espacial, entre otros. Por otro lado; las instituciones que consigan obtener un nivel alto de madurez del uso de datos espaciales abiertos, evaluados o guiados por el modelo propuesto, dependiendo de su área brindarán beneficios a los ciudadanos, al medio ambiente, a la empresa privada y en general a la sociedad. Ejemplos de los beneficios brindados a la sociedad por las instituciones con un alto nivel de madurez del uso de datos espaciales son: gestión del medio ambiente, gestión de desastres, gestión de mapas epidemiológicos (Cesarino, 2017), información exacta, explotación de áreas comunes a varios países de manera sostenible (Aydinoglu & Bovkir, 2017), ahorro por gestiones administrativas simplificadas y duplicidad de datos más el aumento del rendimiento en las instituciones públicas (Hansen & Schrøder, 2019), volverse una ciudad inteligente (Kim et al., 2019), proyectos colaborativos con las empresas privadas que busquen crear soluciones innovadoras para la sociedad basados en datos abiertos, mayor transparencia del gobierno y/o mayor capacidad de investigación (Dessi et al., 2016). Usando a un país en conjunto como un caso particular

se esperaría que un alto nivel de madurez del uso de datos espaciales abiertos le permita; por ejemplo, identificar las áreas más afectadas por un problema social tales como el crecimiento urbano desmedido y desorganizado para diseñar un plan óptimo de acción (Kalogeropoulos et al., 2019). Se puede entender entonces, que el nivel de madurez del uso de datos espaciales en el gobierno electrónico tiene una implicancia social por lo que debe tratarse y evaluarse como un factor de cambio de la sociedad que adopte usar datos espaciales en sus procesos de gobierno electrónico y de esta manera tener una idea del futuro que le espera.

En términos académicos; se va tener un modelo de componentes basado en buenas prácticas internacionales para medir objetivamente, el nivel de madurez en el uso de datos espaciales abiertos en el Perú. Los vacíos del conocimiento existentes para construir el modelo se completarán mediante las siguientes acciones: selección, unificación y definición de criterios de evaluación del uso de datos espaciales abiertos presentes en la literatura académica (mundial) revisada que apliquen a las instituciones públicas del estado peruano desde un punto de vista informático, organización de los criterios en base a las buenas prácticas de gobierno y gestión de T.I, construcción del modelo de evaluación de la madurez del uso de datos espaciales abiertos y validación del modelo aplicándolo a algunas instituciones peruanas que utilicen datos espaciales en su gobierno electrónico.

- **Viabilidad**

Los recursos, las fuentes de información y los productos finales del proyecto se pueden obtener debido a que se cuenta con las siguientes facilidades:

- a) Acceso a los recursos metodológicos necesarios para establecer los componentes del modelo.
- b) Acceso libre al geo portal “<https://www.geoidep.gob.pe/>” de la infraestructura de datos espaciales del Perú (IDEP).
- c) Acceso a personal de la Secretaria de Gobierno Digital de la PCM para las validaciones y pruebas del modelo.
- d) Viable económicamente por su bajo costo debido a que su desarrollo no depende de alguna financiación fuerte hecha por alguna empresa privada o pública con o sin fines de lucro tal como el banco mundial y está enmarcada en un contexto académico que la hace depender solo de las capacidades académicas del desarrollador de la tesis.

- **Alcance**

Se va establecer la lista de criterios para medir la madurez del uso de datos espaciales, agrupando los criterios existentes en la literatura relacionados con la medición de la madurez del uso de datos espaciales, para luego elegir aquellos que se pueden aplicar a estructuras de gobierno electrónicos. Luego se procede a adaptarlo a la regulación y a la infraestructura de la plataforma de interoperabilidad de datos espaciales del Perú.

Siguiendo la teoría del marco internacional de evaluación de procesos de COBIT 5 (COBIT 5 – PAM) y junto con los criterios de medición adaptados se procederá a construir un modelo de la medición de la madurez del uso de datos espaciales abiertos que podrá ser usado por cualquier institución pública que utilice datos espaciales. En

otras palabras; el modelo de medición construido determinará el nivel de madurez del uso de los datos espaciales abiertos en una institución pública, en términos de los procesos de COBIT 5 que debería tener la institución pública para su operación diaria. Los principales componentes del modelo de medición son: los objetivos del modelo, las métricas de evaluación, guía de implementación o aplicación junto con los detalles para realizar la medición, toda la documentación del modelo construido, un protocolo de reporte de aplicación del modelo y un protocolo para realizar una retroalimentación por medio de juicio experto con fines de mejorar el modelo cada vez que se aplique.

En la parte práctica, se obtendrá un informe por cada aplicación del modelo de medición a una institución pública seleccionada que use datos espaciales. Lo que posibilitará, la ejecución del protocolo de validación de los resultados del modelo de madurez aplicado por medio de juicio experto que en términos generales está compuesto de las siguientes actividades: envío de los resultados de la evaluación y el modelo de madurez utilizado, a los expertos y recepción y levantamiento de las observaciones del juicio de los expertos, en caso existan.

- **Restricciones**

Las principales restricciones del proyecto son:

- Entendimiento de los marcos y modelos para la medición de la madurez del uso de tecnologías en general y en particular, de datos espaciales.
- Dificultad en la implementación y validación de los componentes del modelo por su complejidad
- Acceso a expertos de la Secretaría de Gobierno Digital
- Acceso al portal del estado que aloja la infraestructura de datos espaciales y las aplicaciones por entidad del estado.

- **Identificación de los riesgos del proyecto**

Se presentarán los riesgos del proyecto en forma de matriz de riesgos en la tabla A.

Tabla A. Matriz de riesgos del proyecto

Descripción	Síntomas	Probabilidad	Impacto	Severidad	Mitigación	Contingencia
Problemas relacionados con pandemia	Enfermedad propia del tesista o de familiares. Problemas familiares de índole económico	Alta-medio	Muy Alto	Alto	Consultar al médico de la familia sobre los medicamentos que se deben tomar. Además; seguir los controles establecidos internacionalmente	Retiro del curso Solicitar que se aplique nota pendiente hasta terminar lo que falta al momento del retiro del curso
No se tiene acceso al	No se establece	Medio	Muy Alto	Alto	Teniendo expertos	Efectuar el proceso de

Descripción	Síntomas	Probabilidad	Impacto	Severidad	Mitigación	Contingencia
experto de la secretaria de gobierno digital.	una comunicación fluida o esta comunicación es nula con los expertos				internacional de respaldo, para que revisen y validen el modelo así no sean peruanos	validación de los componentes con expertos extranjeros que no pertenecen a la Secretaria de Gobierno Digital
No se puede acceder al geo portal del estado	No está en línea el geo portal "https://www.geoidep.gob.pe/"	Baja	Alta	Alta-medio	Estar revisando constantemente el portal si está activo Estableciendo contactos con al menos 2 instituciones públicas o expertos de la PCM	Obtener la información del uso actual de datos espaciales en el estado a través de los expertos
Discos de almacenamiento que contengan la información del proyecto de tesis se malogran.	Errores al momento de guardar el archivo.	Baja	Alta	Alta-medio	Backups fuera de los equipos en la nube como en dispositivos extraíbles y por correspondencia a los asesores	Usar los backups hechos
Equipos que contengan la información del proyecto de tesis se malogran.	La batería se ha vencido, el adaptador de corriente se ha malogrado y/o la pantalla no responde.	Baja	Alta	Alta-medio	Mantenimiento Preventivo	Procurar conseguir nuevo equipo
Problemas de conectividad a internet para entrar a los portales abiertos de las	Baja potencia de conexión a internet y/o cancelación total del servicio de internet	Alta	Medio	Medio	Consulta telefónica al servicio técnico del proveedor de internet	Solicitar módems a la PUCP Adquirir un módem de otro proveedor

Descripción	Síntomas	Probabilidad	Impacto	Severidad	Mitigación	Contingencia
instituciones públicas						
Herramienta E-Draw no presenta las funcionalidades requeridas para la licencia comprada	No se encuentran los diagramas necesarios y te sugiere compara otra licencia.	Baja	Medio	Medio-baja	Utilizar una licencia de Microsoft Visio y/o software libre DIA.	Utilizar Microsoft Visio. Utilizar software libre DIA.

Matriz de combinaciones: Muestra la severidad del riesgo en función de su probabilidad e impacto:

<u>Probabilidad</u>	Impacto							
	Muy Baja	Baja	Medio baja	Medio	Alta medio	Alta	Muy Alta	
Muy Alta	Muy Baja	Baja	Medio baja	Medio	Alta medio	Alta	Muy Alta	
Alta	Muy Baja	Baja	Medio baja	Medio	Alta medio	Alta	Alta	
Alta – medio	Muy Baja	Baja	Medio baja	Medio	Alta medio	Alta medio	Alta	
Medio	Muy Baja	Baja	Medio baja	Medio	Medio	Alta medio	Alta	
Medio – baja	Muy Baja	Baja	Medio baja	Medio baja	Medio	Alta medio	Alta	
Baja	Muy Baja	Baja	Baja	Medio baja	Medio	Alta medio	Alta	
Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	Baja	Medio baja	Medio	Alta medio	Alta	

Leyenda de la matriz de combinaciones:

Etiqueta	Probabilidad	Impacto	Severidad
Muy Alta	90% a 100%	1	1
Alta	75% a 90%	2	2
Alta – medio	60% a 75%	3	3
Medio	46% a 60%	4	4
Medio – baja	31% a 45%	5	5
Baja	16% a 30%	6	6
Muy Baja	0% a 15%	7	7

- **Estructura de descomposición del trabajo (EDT)**

Se mostrará el diagrama de la estructura de descomposición del trabajo en la figura A.

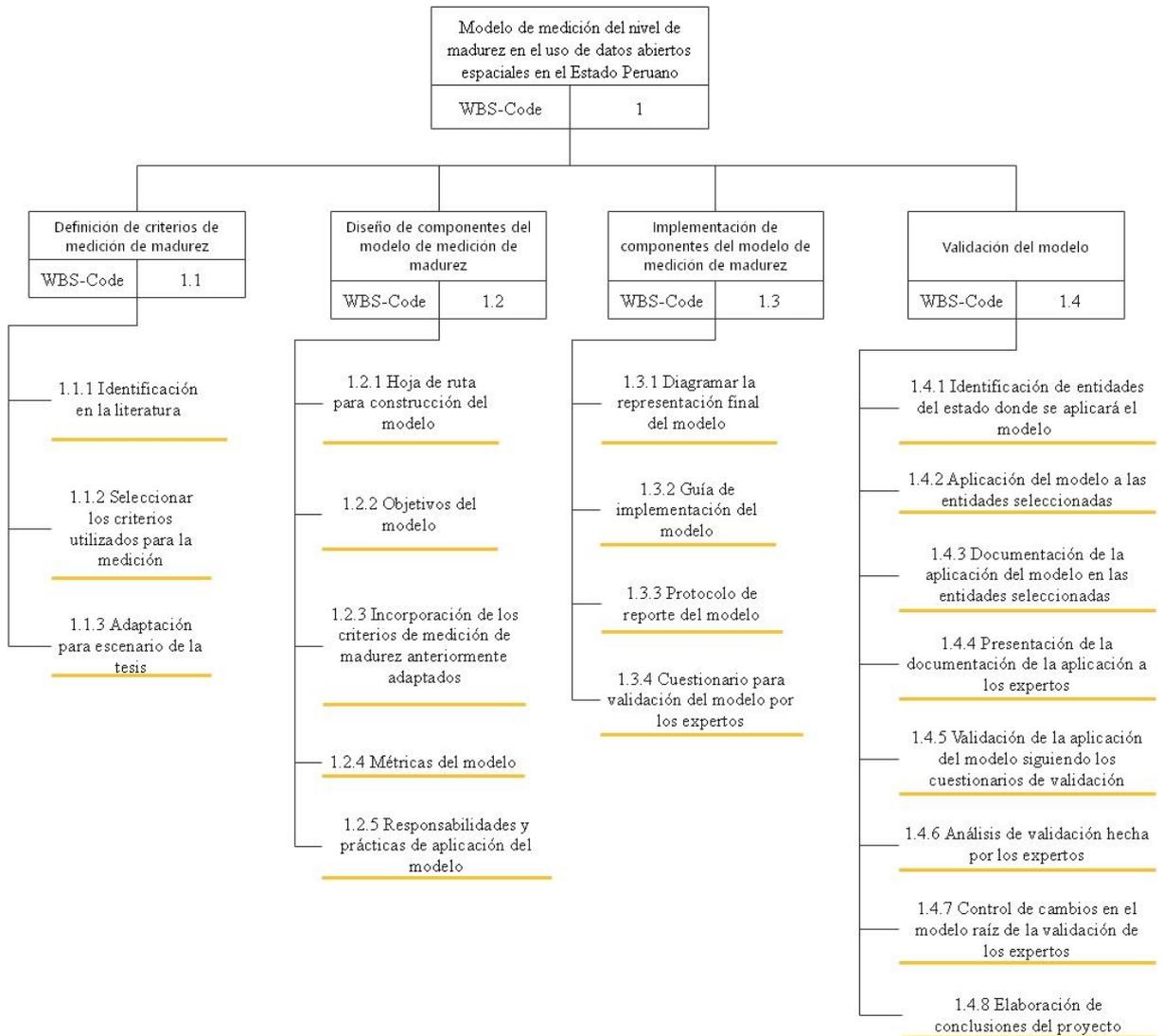


Figura A. Diagrama EDT

- **Lista de tareas**

La lista de tareas con su duración estimada en días y horas, esfuerzo asociado en términos de horas – persona y su costo total se muestran en la tabla B.

Tabla B. Lista de tareas del proyecto

Id	Actividad	Duración estimada (Días)	Duración estimada (Horas)	Esfuerzo Asociado (Horas / Persona)	Costo de la hora	Costo de la tarea
1	Levantar observaciones del E4	3	24	24	S/20.00	S/480.00
2	Identificación en la literatura	5	20	20	S/20.00	S/400.00
3	Seleccionar los criterios utilizados para la medición	5	20	20	S/20.00	S/400.00
4	Adaptación para escenario de la tesis	4	32	32	S/20.00	S/640.00
5	Hoja de ruta para construcción del modelo	2	16	16	S/20.00	S/320.00
6	Objetivos del modelo	3	24	24	S/20.00	S/480.00
7	Incorporación de los criterios de medición de madurez anteriormente adaptados	3	24	24	S/20.00	S/480.00
8	Métricas del modelo	4	32	32	S/20.00	S/640.00
9	Responsabilidades y prácticas de aplicación del modelo	2	16	16	S/20.00	S/320.00
10	Diagramar la representación final del modelo	5	40	40	S/20.00	S/800.00
11	Guía de implementación o aplicación del modelo	3	24	24	S/20.00	S/480.00
12	Protocolo de reporte del modelo	2	16	16	S/20.00	S/320.00

Id	Actividad	Duración estimada (Días)	Duración estimada (Horas)	Esfuerzo Asociado (Horas / Persona)	Costo de la hora	Costo de la tarea
13	<i>Cuestionario para validación del modelo por los expertos</i>	3	24	24	S/20.00	S/480.00
14	Identificación de entidades del estado donde se aplicará el modelo	1	8	8	S/20.00	S/160.00
15	Aplicación del modelo a las entidades seleccionadas	4	32	32	S/20.00	S/640.00
16	Documentación de la aplicación del modelo en las entidades seleccionadas	3	24	24	S/20.00	S/480.00
17	Presentación de la documentación de la aplicación a los expertos	2	8	8	S/20.00	S/160.00
18	Validación de la aplicación del modelo siguiendo los cuestionarios de validación	4	32	0	S/0.00	S/0.00
19	Análisis de validación hecha por los expertos	4	32	32	S/20.00	S/640.00
20	Control de cambios en el modelo raíz de la validación de los expertos	4	32	32	S/20.00	S/640.00
21	Actualización de los documentos	3	24	24	S/20.00	S/480.00
22	Actualización de los documentos	3	24	24	S/20.00	S/480.00
23	Elaboración de conclusiones del proyecto	4	32	32	S/20.00	S/640.00

Id	Actividad	Duración estimada (Días)	Duración estimada (Horas)	Esfuerzo Asociado (Horas / Persona)	Costo de la hora	Costo de la tarea
24	Levantamiento de las observaciones	13	24	24	S/20.00	S/480.00
TOTAL		89	584	552		S/11,040.00

- **Cronograma del proyecto**

El cronograma del proyecto con las actividades de la estructura de descomposición del trabajo y las actividades de evaluación del curso de desarrollo del proyecto de tesis se mostrará en la forma de un Diagrama de Gantt, en la figura B



Figura B. Diagrama de Gantt del Proyecto. (En azul claro se señalan los niveles superiores del EDT y en naranja claro las actividades de evaluación del curso de desarrollo del proyecto de tesis)

● **Lista de recursos**

Se describirán los recursos utilizados de manera general en la tabla C, en las pestañas posteriores de brindarán mayores detalles.

Tabla C. Lista de recursos

Id	Recurso	Descripción	Cantidad	Oportunidad
1	Expertos	Profesionales expertos en el uso de datos espaciales abiertos en el gobierno electrónico (Latinoamérica y Europa)	Son dos grupos: expertos nacionales y expertos internacionales, en caso se requiera	Estarán presentes al momento de realizar la medición y luego procederán en base a los resultados obtenidos y los protocolos establecidos a dar su juicio experto sobre el modelo de madurez desarrollado
2	Estándares internacionales	Se utilizarán los estándares del marco de gobierno y gestión de TI pertenecientes a la familia COBIT 5	2	Se utilizarán de guía durante todo el proceso de desarrollo del modelo de madurez
3	Equipamiento	Equipos electrónicos: Laptops y Routers de Internet	2	Se utilizarán para desarrollar los documentos electrónicos del proyecto de tesis y para realizar la medición
4	Herramientas	Software "edraw max"	1	Se utilizará para realizar las representaciones del modelo de madurez desarrollado
5	Servicio de Soporte	La fuente de energía de los equipos electrónicos (Electricidad) y el servicio de internet	1	Se utilizará para el funcionamiento de los equipos electrónicos utilizados

- **Personas involucradas y necesidades de capacitación**

Las personas involucradas externas no requieren capacitación en el uso de datos espaciales abiertos debido a su experiencia en el tema. Sin embargo, para utilizar el modelo madurez desarrollado, la capacitación constará de la revisión de la guía de implementación o aplicación del modelo de madurez, el protocolo de verificación y el formulario de retroalimentación, que se les alcanzará oportunamente. Las personas involucradas externas son los siguientes expertos en datos espaciales aplicado al gobierno electrónico:

- a) Glenn Vancaubergher: Investigador y experto en el uso de datos abiertos y datos espaciales abiertos en el gobierno electrónico, perteneciente a la división “Spatial Applications Division Leuven” de la Universidad de Leuven - Bélgica.
- b) Expertos de la Secretaría de Gobierno Digital: Profesionales que trabajan en el área de infraestructura de datos espaciales del Perú.

- **Materiales requeridos para el proyecto**

“No aplica”

- **Estándares utilizados en el proyecto**

Se utilizarán los siguientes estándares internacionales de ISACA para guiar el desarrollo del modelo de madurez:

- a) Modelo de Evaluación de Procesos (PAM) - Usando COBIT® 5: Marco de evaluación del nivel de madurez de los procesos COBIT 5 existentes en una organización.
- b) Guía de Auto-Evaluación - Usando COBIT® 5: Guía complementaria al documento “Modelo de Evaluación de Procesos (PAM)” con plantillas en Excel para facilitar su implementación.

- **Equipamiento requerido**

Se utilizarán los siguientes equipos:

- a) Laptop ASUS ZenBook 14 UX433FN: Servirá para desarrollar los documentos electrónicos, utilizar el software de diagramación EDRAW, almacenar los documentos del proyecto de tesis, realizar video llamadas con los asesores y realizar la medición de la madurez. Presenta las siguientes características principales:
 - ❖ Procesador: Intel® Core™ i5 8265U Processor
 - ❖ Sistema Operativo: Windows 10 Home
 - ❖ Memoria RAM: 8 GB Onboard memory
 - ❖ Disco Duro SSD: 512GB PCIe® Gen3 x2 SSD
 - ❖ Tarjeta de red: Integrated Wi-Fi 5 (802.11 ac (2x2))
 - ❖ Batería: 50WHrs, 3S1P, 3-cell Li-ion
 - ❖ Adaptador de corriente: 45W AC Adapter - Output: 19V DC, 2.37A, 45W, Input: 100~240V AC
 - ❖ Tamaño de la pantalla: 14"
 - ❖ Resolución: 1366 x 768

- **Herramientas requeridas**

Se utilizarán principalmente las siguientes herramientas:

- a) Software “edraw max”: Permite realizar diferentes diagramas necesarios para representar el modelo de madurez desarrollado.

- **Costeo del Proyecto**

El costo total estimado del desarrollo del proyecto se muestra en la tabla D.

Tabla D. Costo total estimado del desarrollo del proyecto de tesis

Ítem	Descripción		Unidad	Cantidad	Valor Unidad (S/.)	Monto Parcial (S/.)	Monto Total (S/.)	
0	Costo total del proyecto		---	---	---	---	16,615	
1	Estudiantes o tesistas		---	---	---	---	11040	
1.1	Estudiante 1		Horas	552	20	11040		
2	Otros participantes		---	---	---	---	0	
2.1	Expertos		Horas	32	0	0		
3	Servicios de Soporte		---	---	---	---	227.277778	
3.1	Servicio de electricidad		Horas	500	0.34722222	173.611111		
3.2	Servicio de Internet		Horas	276	0.19444444	53.6666667		
4	Estándares utilizados en el proyecto		---	---	---	---	210.15	
4.1	Modelo de Evaluación de Procesos (PAM) - Usando COBIT® 5		Unidad	1	157.61	157.61		
4.2	Guía de Auto-Evaluación - Usando COBIT® 5		Unidad	1	52.54	52.54		
5	Presupuesto para imprevistos		---	---	---	---	3299	
5.1	Laptop nueva: Laptop Asus UX333FA-A3259TS 13.3" Intel Core i5-8265U 512GB SSD 8GB RAM		Unidad	1	3199	3199		
5.2	Servicio de Internet de Contingencia		Unidad	1	100	100		
6	Bienes y equipos	Unid1	Cant1	Unid2	Cant2-	-	-	1,839
6.1	Computadoras	Equipos	1	Horas	386	4.73232239	1826.67644	
6.2	Licencia de software "edraw max"	Unidad	1	Horas	32	0.38625762	12.3602438	

Anexo B: Enlace al documento Excel “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_EF” que contiene todos los formularios de extracción completados.

- Vínculo al documento Excel con todos los formularios de extracción de información por cada estudio primario revisado:

[20123136_LuisSalas_ManuelTupia_EF.xlsx](#)



Anexo C: Estudios primarios mapeados con el número de formulario de extracción de información que le corresponden.



Id	Título	Formulario
2	The strategies of advanced local spatial data infrastructure for Seoul Metropolitan Government,	f7
3	A survey of the Geoinformatics use for census purposes and the INSPIRE maturity within Statistical Institutes of EU and EFTA countries,	f1
4	The Societal Benefits of Open Government Data with Particular Emphasis on Geospatial Information,	f15
5	Adoption of geospatial governance in the context of E-Government in Tanzania: Addressing bottlenecks in spatial data infrastructure development,	f3
6	The development of National Spatial Data Infrastructure (NSDI) in Jordan-challenges and awareness,	f21
7	Generic land registry and cadastre data model supporting interoperability based on international standards for Turkey,	f12
9	The Cost(s) of Geospatial Open Data,	f19
11	Geospatial open data sources in Brazil,	f8
16	Prospective on data sharing network, technical standards and software platform in the HKH region,	f10
19	Issues on building Kazakhstan geospatial portal to implement e-government,	f9
20	A national environmental information infrastructure,	f2
23	A distributed, scalable and provenance-enabled data access protocol for spatial data infrastructure,	f11
25	Quality model for the evaluation of geospatial web services within the spatial data infrastructure of Uruguay,	f4
29	Sustaining the Open Government Data Movement Worldwide: Insights from Developing Countries,	f24
30	Open government data assessment model: An indicator development in Thailand,	f22
32	Increasing Open Government Data Transparency with Spatial Dimension,	f13
51	An Open Government Data Maturity Model : A Case Study in BPS-Statistics Indonesia,	f6
62	Effects and evaluation of open government data initiative in Croatia,	28
81	Hierarchical development of the Spatial Data Infrastructures as a globalization trend,	f14
98	Quality and maturity model for open data portals,	f17
227	Governing Open Spatial Data Infrastructures: The Case of the United Kingdom,	f20
231	Enabling an Open Government,	f23
233	The Use of Spatial Data Infrastructure in Environmental Management:an Example from the Spatial Planning Practice in Poland,	f25
235	Exploring the Emergence of Open Spatial Data Infrastructures: Analysis of Recent Developments and Trends in Europe,	f27
239	Open data value capability architecture,	f26
241	National Spatial Data Infrastructure India (NSDI-India) - Present Status and the Future Strategies,	f16
248	Assessing Open Data,	f15
345	Uttarakhand State Geo-Portal for Decentralized Governance,	f18

Anexo D: Cronograma del desarrollo del proyecto de tesis.

ID	Nombre de Tarea	Fin de la semana
1	Parte 1) Componentes del modelo descritos a alto nivel: -Vista general de principales componentes del modelo de medición -Identificar las escalas de madurez, mas no su significado -Describir la función del calificador de la empresa, mas no su implementación Parte 2) Levantar observaciones del E4	1
2	Parte 1) Lista de criterios para medir la madurez del uso de datos espaciales: -Identificación en la literatura -Seleccionar los criterios utilizados para la medición -Adaptación para escenario de la tesis Parte 2) Componentes del modelo descritos a alto nivel: -Objetivos del modelo -Calificador de la empresa	2
3	Parte 1) Lista de criterios para medir la madurez del uso de datos espaciales: -Identificación en la literatura, corregida en caso de haber observaciones -Seleccionar los criterios utilizados para la medición, corregida en caso de haber observaciones -Adaptación para escenario de la tesis, corregida en caso de haber observaciones Parte 2) Componentes del modelo descritos a alto nivel: -Significado de las escalas de madurez -Incorporación de los criterios de medición de madurez anteriormente adaptados -Métricas del modelo	3
4	Parte 1) Componentes del modelo descritos a alto nivel: -Responsabilidades y prácticas de aplicación del modelo -Hoja de ruta para construcción del modelo Parte 2) Modelo de medición del nivel de madurez construido: -Guía de aplicación del modelo	4
5	Parte 1) Modelo de medición del nivel de madurez construido: -Diagramar la representación del modelo -Protocolo de reporte del modelo -Cuestionario para validación del modelo por los expertos	5
6	Exposición Parcial.	6 y 7

7	<p>Parte 1) Informe de juicio experto del modelo de madurez del uso de datos abiertos espaciales: -Identificación de entidades del estado donde se aplicará el modelo -Documentación de la aplicación del modelo en las entidades seleccionadas</p> <p>Parte 2) Protocolo para efectuar la validación de los resultados del modelo de madurez aplicado: -Validación de la aplicación del modelo siguiendo los cuestionarios de validación -Análisis de validación hecha por los expertos</p>	8
8	Exámenes Regulares.	9
9	<p>Parte 1) Protocolo para efectuar la validación de los resultados del modelo de madurez aplicado: -Control de cambios en el modelo raíz de la validación de los expertos</p> <p>Parte 2) Elaboración de conclusiones del proyecto</p>	10
10	Entregable Final.	11
11	Esperar la revisión de los jurados de tesis	12 y 13
12	Levantamiento de las observaciones.	14 y 15
13	Exposición Final.	16 y 17

Anexo E: Matriz de trazabilidad que relaciona de qué estudios del estado del arte, de qué herramientas de gobierno y gestión y fuente propia fue obtenida la información de cada uno de los componentes del modelo mencionados.

Componente	Descripción	Fuente
Objetivos del modelo	1. Maximizar el valor agregado de los servicios basados en datos espaciales	Propio
	2. Diagnosticar el nivel de madurez de la aplicación de las buenas prácticas en el uso de datos espaciales abiertos en las instituciones públicas para sugerir mejoras	Análisis de toda la revisión sistemática
	3. Revelar el cumplimiento de requisitos regulatorios y legales del uso de datos espaciales en las instituciones públicas para proponer mejoras	Resolución Ministerial N° 241-2014-PCM, Decreto de Urgencia N° 006-2020, Decreto N° 007-2020, (Vancauwenberghe, 2018)
	4. Establecer una cultura de servicio orientada a satisfacer las necesidades del ciudadano	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)
	5. Mantener la continuidad y disponibilidad de los servicios basados en datos espaciales	Propio
	6. Utilizar las mejores prácticas en la prestación de servicios basados en datos espaciales	Propio
	7. Recopilar información del cumplimiento de los requisitos de interoperabilidad del uso de datos espaciales en las instituciones públicas para proponer mejoras	(De Los Reyes et al., 2017), (Rahmatika et al., 2019), (Warekuromor et al., 2017), (Gharaibeh et al., 2018)
	8. Tener y mantener una cultura de prospectiva tecnológica aplicada a soluciones de interoperabilidad basada en el uso compartido de datos espaciales	Propio
Escalas de madurez	Los niveles de madurez utilizados en orden ascendente son: ejecutado, gestionado, establecido, predecible y optimizado	(ISACA, 2013b)

	Significado de las escalas de madurez	(Khan, 2017), (De Los Reyes et al., 2017), (Kalogeropoulos et al., 2019), (Warekuromor et al., 2017), (Rawat & Dobhal, 2018), (Gharaibeh et al., 2018), (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019), (Dawidowicz & Zrobek, 2016), (Johnson et al., 2017), (Srimuang et al., 2017), (Cesarino, 2017), (Rahmatika et al., 2019), (Oviedo et al., 2015), (Vancauwenberghe, 2018), (Kim et al., 2019), (Acharya & Pandey, 2018), (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018), (Zhu et al., 2016), marco conceptual, análisis de toda la revisión sistemática, (ISACA, 2013c) y propio
Calificador de la empresa	Lógica de la función discriminadora de tipo booleana	Propio
	ÁreaOrg: Área principal de la sociedad que brinda servicios la institución pública	Propio
	CapacidadOrg: Capacidad organizativa básica de la institución pública	Propio
	RecursosOrg: Recursos de la organización básicos de la institución pública	Propio
	ÁreasDatosEspaciales: Los temas que requieren usar datos espaciales en el gobierno electrónico son: medio ambiente, tráfico, salud, personas, empresas y propiedad (Hansen & Schrøder, 2019), gestión de desastres, gestión de los recursos de la tierra, agricultura (Acharya & Pandey, 2018),	(Hansen & Schrøder, 2019), (Acharya & Pandey, 2018), (Oviedo et al., 2015), (Rawat & Dobhal, 2018), (Vancauwenberghe

	demografía, proyectos de desarrollo económico y social, uso de presupuestos públicos, centros educativos, delegaciones policías (Oviedo et al., 2015), límites, agro economía, recursos, fisiografía, hidrografía, uso del suelo, geología, contraterrorismo, respuesta a pandemias (Rawat & Dobhal, 2018), direcciones, topografía, propiedades (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019), transporte (Redes ferroviarias y carreteras), instalaciones de comunicación, suministros de electricidad, cultivo, forestal, turismo, planificación de servicios, control geodésico, elevación y catastro (Gharaibeh et al., 2018)	& van Loenen, 2019), (Gharaibeh et al., 2018)
	UmbralCapacidad: Se tiene una estructura de administración de la infraestructura de datos espaciales que gestionan bases de datos espaciales (Kalogeropoulos et al., 2019). Además; tienen normas para recolectar y documentar los datos espaciales (Ngereja et al., 2018) y reciben algún tipo de financiación (presupuesto propio o externo de manera pública, privada o usando otros métodos) (Gharaibeh et al., 2018)	(Kalogeropoulos et al., 2019), (Ngereja et al., 2018), (Gharaibeh et al., 2018)
	UmbralRecursos: Se cuenta con los siguientes recursos de TI: se utilizan estándares de OGC (WMS, WFS, WCS y CSW), se tiene publicado un catálogo y metadatos de capa y servicio (De Los Reyes et al., 2017), se cuenta con un geo portal (Dawidowicz & Zrobek, 2016) y se cuenta con una base de datos GIS, un sistema operativo para ejecutar GIS y una configuración de red (LAN, WAN y/o Inalámbricas) (Gharaibeh et al., 2018)	(De Los Reyes et al., 2017), (Dawidowicz & Zrobek, 2016), (Gharaibeh et al., 2018)
Incorporación de los criterios de medición de madurez anteriormente adaptados	Perspectiva legal y establecimiento (Rahmatika et al., 2019)	(Rahmatika et al., 2019)
	Perspectiva tecnológica (Rahmatika et al., 2019)	(Rahmatika et al., 2019)
	Perspectiva ciudadana y emprendedora (Rahmatika et al., 2019)	(Rahmatika et al., 2019)
	Asignación de los criterios de medición a los niveles de madurez	Propio, análisis de toda la revisión

		sistemática y (ISACA, 2013c)
	Valores máximos y mínimos de las respuestas a la lista de criterios	(ISACA, 2013c)
	Fórmula por nivel de madurez	Propio y (Rahmatika et al., 2019)
	Umbral elegido para asignar la madurez	Propio y (ISACA, 2013c)
Métricas del modelo	Métrica_01: Nivel de satisfacción de los usuarios de la solución y servicios (Brooks, 2012) que usan datos espaciales	(Brooks, 2012)
	Métrica_02: Nivel de uso del diseño de los servicios de gobierno electrónico (Brooks, 2012) que usan datos espaciales	(Brooks, 2012)
	Métrica_03: Infracciones o quejas de los servicios (Brooks, 2012) de gobierno electrónico que usa datos espaciales	(Brooks, 2012)
	Métrica_04: Satisfacción del cliente con la mejora continua de los servicios (Brooks, 2012) basados en el uso de datos espaciales	(Brooks, 2012)
	Métrica_05: Número de errores causados por la gestión de la configuración y los activos de los servicios (Brooks, 2012) que utilizan datos espaciales	(Brooks, 2012)
	Métrica_06: Satisfacción del cliente con la gestión de la configuración y los activos del servicio (Brooks, 2012) que utilizan datos espaciales que forman parte de la infraestructura de datos espaciales de la institución pública	(Brooks, 2012)
	Métrica_07: Incidentes resueltos dentro del SLA (Brooks, 2012) de la interoperabilidad de datos espaciales	(Brooks, 2012)
	Métrica_08: Mejora del valor real frente al estimado de la tecnología innovadora (Brooks, 2012) de datos espaciales	(Brooks, 2012)
Responsabilidades y prácticas de aplicación del modelo	Definición y características del "Patrocinador"	(ISACA, 2013b) y propio
	Definición y características del "Evaluador"	(ISACA, 2013b) y propio
	Definición y características del "Responsable de los datos espaciales"	(Kalogeropoulos et al., 2019), (Ngereja et al., 2018)

	Responsabilidad(es) y prácticas del “Patrocinador”	(ISACA, 2013b) y propio
	Responsabilidad(es) y prácticas del “Evaluador”	(ISACA, 2013b)
	Responsabilidad(es) y prácticas del “Responsable de los datos espaciales”	Propio
Hoja de ruta para construcción del modelo	Hoja de ruta para construcción del modelo	Propio



Anexo F: Enlace al documento Excel

“20123136_LuisSalas_ManuelTupia_MatricesTrazabilidad_EF”.

- Vínculo al documento Excel:

[20123136_LuisSalas_ManuelTupia_MatricesTrazabilidad_EF.xlsx](#)



**Anexo G: Enlace al documento Excel
“20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_EF”**

- Vínculo al documento Excel:

[20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_EF.xlsx](#)



Anexo H: Detalle de todas las métricas del modelo ordenadas por objetivos del modelo

Maximizar el valor agregado de los servicios basados en datos espaciales

Nombre	Nivel de satisfacción de los usuarios de la solución y servicios que usan datos espaciales
Identificador	Métrica_01
Objetivo alineado	Maximizar el valor agregado de los servicios basados en datos
Unidad de medida	Porcentaje de satisfacción (%)
Propósito	Se mide el valor que otorga para los usuarios (ciudadanos u otra institución pública) la solución o servicio digital que use datos espaciales, para ver si cubre sus necesidades
Fórmula	$\% \text{ de satisfacción} = \frac{(\# \text{ Nivel de satisfacción de los usuarios de la solución})}{(\# \text{ Servicios que usan datos espaciales})} * 100\%$
Instrumento de medición	Se mide con una encuesta de satisfacción en donde se debe preguntar si el servicio ha sido útil o no; si el uso de datos espaciales favoreció o no a esa utilidad; si el uso de datos espaciales fue intuitivo, fácil, poco complicado; posibilidad de volver a usar el servicio o servicios parecidos basados en datos espaciales.
Frecuencia	Mensual
Responsable de efectuar la medición	El área y/o gerencia de Sistemas – TI – Informática de la entidad pública quien recabará las respuestas y las almacenará y convertirá en reporte, para la posterior toma de decisiones al respecto
Responsable de tomar acción(es)	El área y/o gerencia propietaria de los procesos involucrados en la prestación de servicios basados en datos espaciales

Diagnosticas el nivel de madurez de la aplicación de las buenas prácticas en el uso de datos espaciales abiertos en las instituciones públicas para sugerir mejoras

Nombre	Nivel de uso del diseño de los servicios de gobierno electrónico que usan datos espaciales
Identificador	Métrica_02
Objetivo alineado	Diagnosticas el nivel de madurez de la aplicación de las buenas prácticas en el uso de datos espaciales abiertos en las instituciones públicas para sugerir mejoras
Unidad de medida	Porcentaje de uso (%)
Propósito	Usos de los procesos del diseño de servicios de gobierno electrónico que usan datos espaciales para realizar las mejoras recomendadas por el modelo de medición

Fórmula	$\% \text{ de uso} = \frac{(\# \text{Cambios importantes mes} - \# \text{Cambios importantes mes que no usan el diseño del servicio})}{(\# \text{Cambios importantes mes})} * 100\%$
Instrumento de medición	Los cambios registrados a un servicio importante de gobierno electrónico espacial en un mes a raíz de las recomendaciones del modelo de medición, se consideran como un cambio realizado. Se debe llevar un registro de los cambios realizados por servicios, preferentemente digital. El valor óptimo oscila entre 90% - 100%
Frecuencia	Mensual
Responsable de efectuar la medición	Coordinar del diseño de servicios de TI quien notificará y registrará del valor del indicador a la alta dirección de la institución pública
Responsable de tomar acción(es)	Alta dirección del área de la institución pública responsable del uso de datos espaciales

Revelar el cumplimiento de requisitos regulatorios y legales del uso de datos espaciales en las instituciones públicas

Nombre	Infracciones o quejas de los servicios de gobierno electrónico que usa datos espaciales
Identificador	Métrica_03
Objetivo alineado	Revelar el cumplimiento de requisitos regulatorios y legales del uso de datos espaciales en las instituciones públicas
Unidad de medida	Porcentaje de infracciones reportados por los clientes (%)
Propósito	Identificar el porcentaje de infracciones y/o quejas registradas por los clientes respecto a los servicios de gobierno electrónico que usan datos espaciales
Fórmula	$\% \text{ de infracciones reportados por los clientes} = \frac{(\# \text{Infracciones})}{(\# \text{Clientes})} * 100\%$
Instrumento de medición	Llevar un registro de las infracciones reportadas por los clientes y notificadas a la institución pública. Valor deseado es lo más cercano a 0%
Frecuencia	Mensual
Responsable de efectuar la medición	La mesa de ayuda o quien la represente en la institución pública que recibe la notificación de las infracciones y calcula al final del mes, la existencia o no de infracciones
Responsable de tomar acción(es)	Área legal de la institución pública para controlar la situación y la alta dirección para ordenar las acciones correctivas

Establecer una cultura de servicio orientada a satisfacer las necesidades del ciudadano

Nombre	Satisfacción del cliente con la mejora continua de los servicios basados en el uso de datos espaciales
---------------	---

Identificador	Métrica_04
Objetivo alineado	Establecer una cultura de servicio orientada a satisfacer las necesidades del ciudadano
Unidad de medida	Satisfacción del cliente en el rango de 0 a 10
Propósito	Medir la satisfacción del cliente respecto a la mejora de los servicios de gobierno electrónico que usa datos espaciales
Fórmula	<i>Encuestas de satisfacción aplicada al cliente</i>
Instrumento de medición	Se mide con una encuesta de satisfacción del cliente respecto a las mejoras de los servicios de gobierno electrónico que usan datos espaciales en donde se debe preguntar si se han cubierto sus necesidades. Se debe demostrar que la satisfacción aumenta; por lo tanto, el valor óptimo es de 10
Frecuencia	Mensual
Responsable de efectuar la medición	Área de perfeccionamiento continuo del servicio que habilitará algún canal online o presencial para realizar la encuesta de satisfacción respecto a la mejora de los servicios
Responsable de tomar acción(es)	Alta dirección

Mantener la continuidad y disponibilidad de los servicios basados en datos espaciales

Nombre	Número de errores causados por la gestión de la configuración y los activos de los servicios que utilizan datos espaciales
Identificador	Métrica_05
Objetivo alineado	Mantener la continuidad y disponibilidad de los servicios basados en datos espaciales
Unidad de medida	Problemas registrados
Propósito	Medir la cantidad de errores (incidentes, problemas, eventos, cambios fallidos o versiones) causados por la gestión de la configuración y los activos de los servicios de utilizan datos espaciales
Fórmula	<i>#Problemas registrados por errores en la gestión de la configuración</i>
Instrumento de medición	Registrar todos los incidentes, problemas, eventos, fallos en los cambios o versiones y problemas de seguridad relacionados a la configuración de los servicios que utilizan datos espaciales; se recomienda usar una base de datos de gestión de la configuración
Frecuencia	Mensual
Responsable de efectuar la medición	La mesa de ayuda o quien la represente en la institución pública que recibe la notificación y/o identifica problemas en los activos de información
Responsable de tomar acción(es)	Gerencia de TI para solucionar los problemas mayores y la mesa de ayuda para solucionar los problemas menores, identificados

Utilizar las mejores prácticas en la prestación de servicios basados en datos espaciales

Nombre	Satisfacción del cliente con la gestión de la configuración y los activos del servicio que utilizan datos espaciales que forman parte de la infraestructura de datos espaciales de la institución pública
Identificador	Métrica_06
Objetivo alineado	Utilizar las mejores prácticas en la prestación de servicios basados en datos espaciales
Unidad de medida	Satisfacción del cliente en el rango de 0 a 10 respecto a la solución de todas las incidencias
Propósito	Medir la satisfacción del cliente con la gestión de la configuración y los activos de los servicios que utilizan datos espaciales que forman parte de la infraestructura de datos espaciales de la institución pública
Fórmula	<i>Encuestas de satisfacción aplicada al cliente</i>
Instrumento de medición	Los clientes aquí son los usuarios internos del “Sistema de Gestión de la Configuración” y “Sistema de gestión documental”
Frecuencia	Mensual
Responsable de efectuar la medición	Área del “Sistema de gestión de la configuración” y “Sistema de gestión documental”
Responsable de tomar acción(es)	Gerencia de TI

Recopilar información del cumplimiento de los requisitos de interoperabilidad del uso de datos espaciales en las instituciones públicas para proponer mejoras

Nombre	Incidentes resueltos dentro del SLA de la interoperabilidad de datos espaciales
Identificador	Métrica_07
Objetivo alineado	Recopilar información del cumplimiento de los requisitos de interoperabilidad del uso de datos espaciales en las instituciones públicas para proponer mejoras
Unidad de medida	Porcentaje de incidentes resueltos dentro del SLA de interoperabilidad
Propósito	Medir la cantidad de incidentes resueltos dentro de lo establecido en el SLA de interoperabilidad de datos espaciales para saber si se tienen las capacidades mínimas necesarias para interoperar datos espaciales con la intención de dar pistas sobre los aspectos de interoperabilidad de datos espaciales débiles en la organización; de manera, que se impulsen programas de mejora continua en estos aspectos
Fórmula	$\% \text{ de incidentes resueltos dentro del SLA de interoperabilidad} = \frac{(\# \text{ Incidentes resueltos dentro del tiempo acordado})}{(\# \text{ Incidentes})} * 100$
Instrumento de medición	Registrar los incidentes de interoperabilidad de datos espaciales que se resolvieron dentro del tiempo acordado por los requisitos de interoperabilidad de datos espaciales
Frecuencia	Mensual

Responsable de efectuar la medición	Servicio de mesa de ayuda registran la diferencia de tiempo en resolver los problemas de interoperabilidad de datos espaciales por parte de la institución pública
Responsable de tomar acción(es)	Alta dirección de la empresa y gerencia de TI

Tener y mantener una cultura de prospectiva tecnológica aplicada a soluciones de interoperabilidad basada en el uso compartido de datos espaciales

Nombre	Mejora del valor real frente al estimado de la tecnología innovadora de datos espaciales
Identificador	Métrica_08
Objetivo alineado	Tener y mantener una cultura de prospectiva tecnológica aplicada a soluciones de interoperabilidad basada en el uso compartido de datos espaciales
Unidad de medida	Porcentaje de la precisión estimada
Propósito	Aprobar los planes de mejora del servicio que utilicen datos espaciales por la gestión de cambios en función de la estimación de mejora del valor real
Fórmula	$\% \text{ de la precisión estimada} = \frac{\text{abs}(\text{mejora real} - \text{mejora estimada})}{(\text{mejora estimada})} * 100$
Instrumento de medición	Registrar la medición real de las tecnologías innovadoras espaciales recientes adoptadas e investigar los parámetros registrados en la literatura sobre las mejoras en el rendimiento por medio de las tecnologías innovadoras espaciales recientes
Frecuencia	Mensual
Responsable de efectuar la medición	Gestión del cambio
Responsable de tomar acción(es)	Alta dirección de la empresa y gerencia de TI

Anexo I: Hoja de ruta para construcción del modelo

ID	Actividad	Descripción	Duración final aproximando
1	Revisión sistemática	Se revisó en general los estudios primarios que traten sobre modelos de medición y aplicaciones de datos espaciales abiertos	Seis semanas
2	Marco conceptual	Se revisó los artículos del estado del arte, así como libros que definan y complementen la teoría relacionada a la medición de datos espaciales abiertos	Tres semanas
3	Marco legal	Se revisó las leyes y regulaciones del estado peruano respecto a gobierno electrónico y el uso de datos espaciales abiertos	Una semana
4	Revisión de CMM	Se revisó la teoría de la aplicación del modelo de madurez CMMI	Tres semanas
5	Revisión de COBIT 5 PAM	Se revisó la teoría del marco de evaluación de procesos basados en COBIT 5	Cinco semanas
6	Lista de criterios para medir la madurez	Se volvió a re leer y analizar los estudios primarios con más conocimiento del uso de datos espaciales abiertos para extraer los criterios de evaluación. Primero se obtuvo una lista preliminar extensa y luego se ajustó eliminando los repetidos y mejorando la redacción para hacerlos en forma de pregunta y según la realidad peruana; tal como, leyes y regulaciones locales y organismos coordinadores	Tres semanas
7	Vista de los componentes en alto nivel	Se desarrolló una tabla que muestra cada uno de los componentes a alto nivel	Menos de una semana
8	Objetivos del modelo	En base a la naturaleza de los criterios de medición de la madurez obtenidos hasta cierto momento y con la intención de resaltar más ciertos puntos del uso de datos espaciales se definieron los objetivos del modelo	Dos semanas
9	Identificación del nombre de las escalas de madurez	Se identificaron los nombres de las escalas de madurez en base a lo definido por las herramientas de medición de procesos	Menos de una semana
10	Definición del calificador de la empresa	Se definió formalmente la función calificadora de la empresa	Menos de una semana
11	Se representó la función calificadora de la empresa y se	Se desarrolló un diagrama de flujo para explicar el funcionamiento de la función calificador de empresa y se definieron sus	Dos semanas

	definieron sus parámetros	parámetros en base a lo encontrado en la revisión sistemática	
12	Incorporación de los criterios de medición de madurez anteriormente adaptados	Se integraron los componentes a alto nivel con la lista de criterios para medir la madurez. En donde, se homogenizaron la cantidad de respuestas de los criterios a cuatro y se agruparon el perspectivas y dimensiones para facilitar el análisis. Además; se clasificaron los criterios de medición por nivel siguiendo las herramientas de evaluación de procesos y todo el conocimiento adquirido de la revisión sistemática y marco conceptual del uso de datos espaciales abiertos y se estableció la fórmula que calcula el nivel de madurez de la institución pública evaluada	Entre una y dos semanas
13	Métricas del modelo	Utilizando la herramienta de métricas del ciclo de vida de un servicio basadas en ITIL, se definieron las métricas que debería tener de manera adecuada una institución pública que utiliza datos espaciales abiertos	Una semana
14	Responsabilidades y prácticas de la aplicación del modelo	En base a la herramienta "Guía del Evaluador: Usando COBIT 5", algunos estudios del estado del arte y un análisis propio de la naturaleza del modelo de medición, se definieron los roles y responsabilidades de la evaluación	Una semana
15	Guía de aplicación	Se describe los pasos requeridos para que cualquier institución pública pueda ejecutar el modelo para medir su madurez del uso de datos espaciales abiertos de manera independiente	Una semana
16	Hoja de ruta para la construcción del modelo	Se realizó un resumen de las principales actividades para la construcción del modelo de medición de la madurez del uso de datos espaciales abiertos	Menos de una semana

Anexo J: Criterios para la medición de la madurez del uso de datos espaciales

ID	Pregunta	Criterio selección
1	¿Cuál es el mayor tipo de trabajo de sus empleados? (Kalogeropoulos et al., 2019) <input type="checkbox"/> Tiempo parcial <input type="checkbox"/> Tiempo completo	Activos de Información
2	¿El sistema de información geográfica (GIS) de la institución pública tiene como componente un Sistema de inteligencia de Negocios (BI)? (Kalogeropoulos et al., 2019) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Activos de Información
3	¿Utiliza el sistema de información geográfica (GIS) de la institución pública la tecnología de teledetección (imágenes satelitales)? (Kalogeropoulos et al., 2019) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Activos de Información
4	¿Existen normas para recolectar y documentar los datos espaciales? (Ngereja et al., 2018) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Activos de Información
5	¿Existe un matriz de valor por cada proyecto GIS planeado? (Kim et al., 2019) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Activos de Información
6	¿Existen una visión general establecida sobre los datos abiertos? (Hansen & Schrøder, 2019) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Activos de Información
7	¿Existe un proceso para priorizar la publicación y actualización de los datos abiertos que tenga en cuenta las necesidades de las partes interesadas? (Johnson et al., 2017) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Necesidad y uso de servicios de gobierno electrónico
8	¿El geo portal permite un solo método de acceso (Single Sign-on) a sus nodos federados (que lo componen)? (Rawat & Dobhal, 2018) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Procesos de negocio
9	¿Se utiliza alguna plataforma de base de datos para almacenar los datos GIS de la institución pública, por ejemplo, MS-SQL, Oracle, Ms Access u otros? (Gharaibeh et al., 2018) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Activos de información

ID	Pregunta	Criterio selección
10	<p>¿Los datos abiertos en su mayoría se abren de forma masiva (datos disponibles en un conjunto de archivos estáticos que se pueden descargar directamente desde un sitio web de alojamiento) o se abren y se mantienen en forma de API para permitir crear aplicaciones, sitios web u otros? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> Formato Masivo <input type="checkbox"/> API <input type="checkbox"/> Ambos</p>	Procesos de negocio
11	<p>¿Con qué sectores tiene contratos de interoperabilidad para utilizar datos espaciales? (Kalogeropoulos et al., 2019)</p> <p><input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Sector Público <input type="checkbox"/> Sector Privado <input type="checkbox"/> Ambos</p>	Servicios brindados a los ciudadanos con datos espaciales
12	<p>¿Cuál es el tamaño de la estructura de administración de su infraestructura de datos espaciales? (Kalogeropoulos et al., 2019)</p> <p><input type="checkbox"/> No tiene <input type="checkbox"/> Pequeño <input type="checkbox"/> Mediano <input type="checkbox"/> Grande</p>	Procesos de negocio
13	<p>¿Utiliza los estándares de la OGC (WMS, WFS, WCS y CSW) para la interoperabilidad de sus servicios web? (De Los Reyes et al., 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Objetivos de interoperabilidad
14	<p>¿Tienen los metadatos de las capas de los datos espaciales, información sobre la calidad, fecha del dato y plan de actualización? (De Los Reyes et al., 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Servicios brindados a los ciudadanos con datos espaciales
15	<p>¿Su política y estrategia de datos abiertos considera la relación de los procesos, responsabilidades, plazos, recursos y estándares de reutilización de la información? (Vancauwenberghe, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Procesos de negocio
16	<p>¿Los datos abiertos están disponibles en un formato legible y gratuito por la computadora del cliente (Khan, 2017; Vancauwenberghe, 2018), por ejemplo, hoja de cálculo en Excel, archivos CSV y XML (Khan, 2017)?</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Activos de información
17	<p>¿Se recopilan y analizan estadísticas de visualizaciones y accesos a los portales y aplicaciones de datos abiertos, por ejemplo, el número de visitantes únicos, la proporción de visitantes extranjeros o perfil de los visitantes del portal? (Vancauwenberghe, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Procesos de negocio

ID	Pregunta	Criterio selección
18	<p>¿Existe algún proceso desarrollado de recepción y gestión de la opinión pública sobre los datos abiertos, por ejemplo, en el portal de datos abiertos se atienden a las opiniones, se registran opiniones por canales abiertos como las redes sociales o se solicita retroalimentación? (Cezarino, 2017; Rahmatika et al., 2019)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Procesos de negocio
19	<p>¿Tienen expertos GIS destinados a investigar conceptos y estrategias de potenciales usos de tecnologías GIS y/o gestionar su infraestructura de datos espaciales? (Gharaibeh et al., 2018; Kim et al., 2019)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Activos de información
20	<p>¿La infraestructura de datos espaciales de la institución pública se gobierna bajo un modelo de gobernanza corporativo? (Kim et al., 2019)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Procesos de negocio
21	<p>¿Gestionan un intercambio de datos multilingüe en la institución pública? (Zhu et al., 2016)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Objetivos de interoperabilidad
22	<p>¿Tiene funciones de búsqueda avanzada de datos espaciales en la página principal, por ejemplo, no cuenta con la función, búsqueda simple por palabras clave o búsqueda avanzada por mapas interactivos? (Zhu et al., 2016)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Activos de información
23	<p>¿Existe información sobre la procedencia de los datos espaciales, por ejemplo, el historial de procedencia, términos de cómo se derivó o registros de actualizaciones de los datos espaciales? (Warekuromor et al., 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Activos de información
24	<p>¿Tiene un geo portal (Kalogeropoulos et al., 2019) y en caso de tenerlo se ofrece entrada a tutoriales, noticias, servicios espaciales, procedimientos, conjuntos de datos espaciales y catálogo de servicios de otros sitios (Dawidowicz & Zrobek, 2016)?</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Activos de información
25	<p>¿Existe una política de seguridad sobre el uso mutuo de los datos y metadatos almacenados en el geo portal, por ejemplo, se realizó el respaldo de la información, existen procedimiento para limitar el riesgo de violar la confiabilidad, integridad y disponibilidad de los datos y metadatos? (Dawidowicz & Zrobek, 2016)</p>	Procesos de negocio

ID	Pregunta	Criterio selección
	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	
26	<p>¿Se realizan actividades de Investigación y Desarrollo que utilicen los datos espaciales de la institución pública, por ejemplo, desarrollan el manejo de datos espaciales en 3D para la gobernanza urbana o se coordina con la autoridad nacional para mitigar los desastres en el ámbito de competencia de la institución pública? (Acharya & Pandey, 2018)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Procesos de negocio
27	<p>¿El portal y sus diferentes conjuntos de datos abiertos son referenciados notablemente por la relevancia de sus datos publicados por sitios web de terceros? (Oviedo et al., 2015)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Objetivos de interoperabilidad
28	<p>¿Existe una gestión estandarizada de la simbología utilizada para representar las propiedades de los datos espaciales? (Rawat & Dobhal, 2018)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Objetivos de interoperabilidad
29	<p>¿Los proveedores de los datos eliminan parte de los datos con la finalidad de proteger la privacidad o asegurar que estén libres de información confidencial de terceros? (Johnson et al., 2017)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Procesos de negocio
30	<p>¿Cómo parte de la participación ciudadana en datos abiertos se organizan Hackatones con la intención de superar las barreras de los componentes tecnológicos y llegar al gobierno y a la sociedad? (Johnson et al., 2017)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Necesidad y uso de servicios de gobierno electrónico
31	<p>¿La institución pública tiene planes y documentos estratégicos (Kim et al., 2019) y políticas para planificar, diseñar y dirigir su infraestructura de datos espaciales, por ejemplo, se planea la recopilación y la gestión de los datos espaciales para maximizar su uso (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)?</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Activos de información
32	<p>¿La institución pública ha realizado o está realizando iniciativas para evaluar el estado de la implementación de su infraestructura de datos espaciales de forma abierta, por ejemplo, evalúa su madurez para obtener recomendaciones de mejoras? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Procesos de negocio
33	<p>¿Se toman en cuenta las necesidades y/o están representados de alguna manera las partes no gubernamentales tales como los sectores privados, académicos y sin fines de lucro, respecto al</p>	Objetivos de interoperabilidad

ID	Pregunta	Criterio selección
	desarrollo e implementación de la infraestructura de datos espaciales de la institución pública? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	
34	¿Los actores no gubernamentales tiene tareas y responsabilidades en la gobernanza del SDI de la institución pública, por ejemplo, desarrollan estándares de metadatos, brindan capacitaciones y asesoramiento sobre las políticas y estrategias, crean herramientas para mejorar el uso de datos abiertos, investigan sobre modelos de negocio del uso de datos u otras actividades parecidas? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Necesidad y uso de servicios de gobierno electrónico
35	¿Provén de apoyos e incentivos financieros internamente para abrir los datos y/o para que los ciudadanos desarrollen nuevos productos y servicios? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Procesos de negocio
36	¿La institución pública realiza una gestión de conocimiento de los datos espaciales con instrumentos tales como documentos de orientación y apoyo de licencias, derechos de propiedad intelectual y aspectos técnicos, documentos de sensibilización y comunicación interorganizacional y documentos de capacitación? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Procesos de negocio
37	¿La institución pública tiene un servicio de Help Desk dedicado a la infraestructura de datos espaciales? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Procesos de negocio
38	¿Considera que la institución pública tiene los fondos necesarios para desarrollar más su infraestructura de datos espaciales? (Gharaibeh et al., 2018) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Servicios brindados a los ciudadanos con datos espaciales
39	¿Utiliza estándares de datos comunes establecidos por la infraestructura de datos espaciales nacional, en este caso del Perú, respecto al uso de los conjuntos de datos espaciales, metadatos, transferencia de datos, nomenclatura o software? (Gharaibeh et al., 2018) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Procesos de negocio

ID	Pregunta	Criterio selección
40	<p>¿La institución pública tiene asignado a un oficial de datos para controlar y apoyar la operación de la apertura de los datos? (Srimuang et al., 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Activos de información
41	<p>¿La institución pública tiene establecida una arquitectura empresarial para alinear las actividades comerciales funcionales con la estrategia de TI de manera que se genere un plan de implementación, guía de ruta y plan de ejecución sobre los datos abiertos? (Srimuang et al., 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Procesos de negocio
42	<p>¿Considera que las principales preguntas de los ciudadanos respecto a la función de la institución pública se pueden responder mediante los datos abiertos publicados? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Necesidad y uso de servicios de gobierno electrónico
43	<p>¿Los datos abiertos se recopilan directamente de las fuentes, es decir, tienen el mayor nivel de granularidad y no se encuentran agregados o modificados? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Procesos de negocio
44	<p>¿Los datos se ponen a disposición en línea lo más rápido posible para preservar su valor y oportunidad? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Procesos de negocio
45	<p>¿Los datos están disponibles para cualquier persona sin ningún requisito de registro u otra restricción de acceso? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Procesos de negocio
46	<p>¿Existen mecanismos interinstitucionales para coordinar las cuestiones de TIC, tales como, cuestiones técnicas? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Objetivos de interoperabilidad
47	<p>¿Existe un liderazgo político visible para datos abiertos y acceso a la información en la institución pública? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Objetivos de interoperabilidad
48	<p>¿Existen recursos o se han identificado para financiar el desarrollo de aplicaciones y servicios de gobierno electrónico que utilizarán datos abiertos? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>	Activos de información
49	<p>¿Qué tan fuerte en general son las habilidades TIC del personal de la alta dirección responsable de las iniciativas de datos abiertos? (Khan, 2017)</p>	Activos de información

ID	Pregunta	Criterio selección
	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	
50	<p>¿La mayoría de los datos que gestiona la administración en general se encuentran en formato digital? (Khan, 2017)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Activos de información
51	<p>¿Organizan encuentros con los desarrolladores de aplicaciones para saber qué tipo de datos desean o están interesados en utilizar para crear aplicaciones? (Khan, 2017)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Necesidad y uso de servicios de gobierno electrónico
52	<p>¿Considera que cuenta con una infraestructura de datos espaciales la institución pública? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Activos de información
53	<p>¿La institución pública tiene procesos, métodos y herramientas que permitan a los actores no gubernamentales agregar sus propios conjuntos de datos y otros componentes a su infraestructura de datos espaciales? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Procesos de negocio
54	<p>¿Tienen procesos definidos para tratar los datos espaciales proporcionados por los individuos conocidos como "Voluntary Geographic Information"? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Procesos de negocio
55	<p>¿La mayoría de sus datos espaciales abiertos utilizan licencias estándares que faciliten su uso y reutilización, tal como, la licencia estándar "Creative Commons" o "Creative commons attribution 4"? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018, 2019)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Objetivos de interoperabilidad
56	<p>¿Utiliza los datos espaciales para brindar servicios electrónicos de acceso a información actualizada sobre sus actividades, procesos y productos (en su área de competencia); por ejemplo, informar a los ciudadanos sobre el impacto del cambio climático en su vida y medio ambiente, búsqueda de vacantes de trabajo por medio de un mapa o información sobre todos los tipos de transporte público? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Servicios brindados a los ciudadanos con datos espaciales
57	<p>¿Utiliza los datos espaciales para brindar servicios electrónicos de contacto que permiten a las partes interesadas contactar con la institución pública y proporcionales informaciones (en su área de competencia); por ejemplo, informan sobre el vertido ilegal de</p>	Servicios brindados a los ciudadanos

ID	Pregunta	Criterio selección
	basura o contaminantes en las calles, informar sobre problemas en las carreteras o ingreso de una solicitud de subsidios por parte de los agricultores? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	con datos espaciales
58	¿Utiliza los datos espaciales para brindar servicios electrónicos de transacción que son servicios que requieren la interacción bidireccional entre el gobierno, ciudadanos y empresas, por ejemplo, solicitud en línea y procesamiento de permisos de construcción? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Servicios brindados a los ciudadanos con datos espaciales
59	¿La institución pública organiza reuniones, talleres y conferencias para intercambiar conocimientos y experiencias sobre el uso de datos abiertos espaciales destinados a la comunidad? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Objetivos de interoperabilidad
60	¿La institución pública se preocupa por el desarrollo de soluciones nuevas e innovadoras que usen datos espaciales abiertos, por ejemplo, se crean concursos o se otorgan premios? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente	Objetivos de interoperabilidad

Anexo K: Matriz de trazabilidad que relaciona de qué estudios del estado del arte fue obtenida la información de cada uno de los criterios en la lista

ID	Paper(s) \ Referencia	Pregunta
1	(Kalogeropoulos et al., 2019)	¿Cuál es el mayor tipo de trabajo de sus empleados? (Kalogeropoulos et al., 2019) <input type="checkbox"/> Tiempo parcial <input type="checkbox"/> Tiempo completo
2	(Kalogeropoulos et al., 2019)	¿El sistema de información geográfica (GIS) de la institución pública tiene como componente un Sistema de inteligencia de Negocios (BI)? (Kalogeropoulos et al., 2019) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
3	(Kalogeropoulos et al., 2019)	¿Utiliza el sistema de información geográfica (GIS) de la institución pública la tecnología de teledetección (imágenes satelitales)? (Kalogeropoulos et al., 2019) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
4	(Ngereja et al., 2018)	¿Existen normas para recolectar y documentar los datos espaciales? (Ngereja et al., 2018) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
5	(Kim et al., 2019)	¿Existe un matriz de valor por cada proyecto GIS planeado? (Kim et al., 2019) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
6	(Hansen & Schrøder, 2019)	¿Existen una visión general establecida sobre los datos abiertos? (Hansen & Schrøder, 2019) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
7	(Johnson et al., 2017)	¿Existe un proceso para priorizar la publicación y actualización de los datos abiertos que tenga en cuenta las necesidades de las partes interesadas? (Johnson et al., 2017) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
8	(Rawat & Dobhal, 2018)	¿El geo portal permite un solo método de acceso (Single Sign-on) a sus nodos federados (que lo componen)? (Rawat & Dobhal, 2018) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
9	(Gharaibeh et al., 2018)	¿Se utiliza alguna plataforma de base de datos para almacenar los datos GIS de la institución pública, por ejemplo, MS-SQL, Oracle, Ms Access u otros? (Gharaibeh et al., 2018) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No

ID	Paper(s) \ Referencia	Pregunta
10	(Khan, 2017)	<p>¿Los datos abiertos en su mayoría se abren de forma masiva (datos disponibles en un conjunto de archivos estáticos que se pueden descargar directamente desde un sitio web de alojamiento) o se abren y se mantienen en forma de API para permitir crear aplicaciones, sitios web u otros? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> Formato Masivo <input type="checkbox"/> API <input type="checkbox"/> Ambos</p>
11	(Kalogeropoulos et al., 2019)	<p>¿Con qué sectores tiene contratos de interoperabilidad para utilizar datos espaciales? (Kalogeropoulos et al., 2019)</p> <p><input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Sector Público <input type="checkbox"/> Sector Privado <input type="checkbox"/> Ambos</p>
12	(Kalogeropoulos et al., 2019)	<p>¿Cuál es el tamaño de la estructura de administración de su infraestructura de datos espaciales? (Kalogeropoulos et al., 2019)</p> <p><input type="checkbox"/> No tiene <input type="checkbox"/> Pequeño <input type="checkbox"/> Mediano <input type="checkbox"/> Grande</p>
13	(De Los Reyes et al., 2017)	<p>¿Utiliza los estándares de la OGC (WMS, WFS, WCS y CSW) para la interoperabilidad de sus servicios web? (De Los Reyes et al., 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
14	(De Los Reyes et al., 2017)	<p>¿Tienen los metadatos de las capas de los datos espaciales, información sobre la calidad, fecha del dato y plan de actualización? (De Los Reyes et al., 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
15	(Vancauwenberghe, 2018)	<p>¿Su política y estrategia de datos abiertos considera la relación de los procesos, responsabilidades, plazos, recursos y estándares de reutilización de la información? (Vancauwenberghe, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
16	(Vancauwenberghe, 2018), (Khan, 2017)	<p>¿Los datos abiertos están disponibles en un formato legible y gratuito por la computadora del cliente (Khan, 2017; Vancauwenberghe, 2018), por ejemplo, hoja de cálculo en Excel, archivos CSV y XML (Khan, 2017)?</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
17	(Vancauwenberghe, 2018)	<p>¿Se recopilan y analizan estadísticas de visualizaciones y accesos a los portales y aplicaciones de datos abiertos, por ejemplo, el número de visitantes únicos, la proporción de visitantes extranjeros o perfil de los visitantes del portal? (Vancauwenberghe, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
18	(Rahmatika et al., 2019), (Cesarino, 2017)	<p>¿Existe algún proceso desarrollado de recepción y gestión de la opinión pública sobre los datos abiertos, por ejemplo, en el portal de datos abiertos se atienden a las opiniones, se registran opiniones por canales abiertos como las redes sociales o se</p>

ID	Paper(s) \ Referencia	Pregunta
		solicita retroalimentación? (Cezarino, 2017; Rahmatika et al., 2019) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
19	(Kim et al., 2019), (Gharaibeh et al., 2018)	¿Tienen expertos GIS destinados a investigar conceptos y estrategias de potenciales usos de tecnologías GIS y/o gestionar su infraestructura de datos espaciales? (Gharaibeh et al., 2018; Kim et al., 2019) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
20	(Kim et al., 2019)	¿La infraestructura de datos espaciales de la institución pública se gobierna bajo un modelo de gobernanza corporativo? (Kim et al., 2019) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
21	(Zhu et al., 2016)	¿Gestionan un intercambio de datos multilingüe en la institución pública? (Zhu et al., 2016) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
22	(Zhu et al., 2016)	¿Tiene funciones de búsqueda avanzada de datos espaciales en la página principal, por ejemplo, no cuenta con la función, búsqueda simple por palabras clave o búsqueda avanzada por mapas interactivos? (Zhu et al., 2016) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
23	(Warekuromor et al., 2017)	¿Existe información sobre la procedencia de los datos espaciales, por ejemplo, el historial de procedencia, términos de cómo se derivó o registros de actualizaciones de los datos espaciales? (Warekuromor et al., 2017) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
24	(Dawidowicz & Zrobek, 2016), (Kalogeropoulos et al., 2019)	¿Tiene un geo portal (Kalogeropoulos et al., 2019) y en caso de tenerlo se ofrece entrada a tutoriales, noticias, servicios espaciales, procedimientos, conjuntos de datos espaciales y catálogo de servicios de otros sitios (Dawidowicz & Zrobek, 2016)? <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
25	(Dawidowicz & Zrobek, 2016)	¿Existe una política de seguridad sobre el uso mutuo de los datos y metadatos almacenados en el geo portal, por ejemplo, se realizó el respaldo de la información, existen procedimiento para limitar el riesgo de violar la confiabilidad, integridad y disponibilidad de los datos y metadatos? (Dawidowicz & Zrobek, 2016) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
26	(Acharya & Pandey, 2018)	¿Se realizan activadas de Investigación y Desarrollo que utilicen los datos espaciales de la institución pública, por ejemplo,

ID	Paper(s) \ Referencia	Pregunta
		<p>desarrollan el manejo de datos espaciales en 3D para la gobernanza urbana o se coordina con la autoridad nacional para mitigar los desastres en el ámbito de competencia de la institución pública? (Acharya & Pandey, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
27	(Oviedo et al., 2015)	<p>¿El portal y sus diferentes conjuntos de datos abiertos son referenciados notablemente por la relevancia de sus datos publicados por sitios web de terceros? (Oviedo et al., 2015)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
28	(Rawat & Dobhal, 2018)	<p>¿Existe una gestión estandarizada de la simbología utilizada para representar las propiedades de los datos espaciales? (Rawat & Dobhal, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
29	(Johnson et al., 2017)	<p>¿Los proveedores de los datos eliminan parte de los datos con la finalidad de proteger la privacidad o asegurar que estén libres de información confidencial de terceros? (Johnson et al., 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
30	(Johnson et al., 2017)	<p>¿Cómo parte de la participación ciudadana en datos abiertos se organizan Hackatones con la intención de superar las barreras de los componentes tecnológicos y llegar al gobierno y a la sociedad? (Johnson et al., 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
31	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2019), (Kim et al., 2019)	<p>¿La institución pública tiene planes y documentos estratégicos (Kim et al., 2019) y políticas para planificar, diseñar y dirigir su infraestructura de datos espaciales, por ejemplo, se planea la recopilación y la gestión de los datos espaciales para maximizar su uso (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)?</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
32	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)	<p>¿La institución pública ha realizado o está realizando iniciativas para evaluar el estado de la implementación de su infraestructura de datos espaciales de forma abierta, por ejemplo, evalúa su madurez para obtener recomendaciones de mejoras? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
33	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)	<p>¿Se toman en cuenta las necesidades y/o están representados de alguna manera las partes no gubernamentales tales como los sectores privados, académicos y sin fines de lucro, respecto al desarrollo e implementación de la infraestructura de datos espaciales de la institución pública? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)</p>

ID	Paper(s) \ Referencia	Pregunta
		<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
34	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)	<p>¿Los actores no gubernamentales tiene tareas y responsabilidades en la gobernanza del SDI de la institución pública, por ejemplo, desarrollan estándares de metadatos, brindan capacitaciones y asesoramiento sobre las políticas y estrategias, crean herramientas para mejorar el uso de datos abiertos, investigan sobre modelos de negocio del uso de datos u otras actividades parecidas? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
35	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)	<p>¿Provén de apoyos e incentivos financieros internamente para abrir los datos y/o para que los ciudadanos desarrollen nuevos productos y servicios? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
36	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)	<p>¿La institución pública realiza una gestión de conocimiento de los datos espaciales con instrumentos tales como documentos de orientación y apoyo de licencias, derechos de propiedad intelectual y aspectos técnicos, documentos de sensibilización y comunicación interorganizacional y documentos de capacitación? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
37	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)	<p>¿La institución pública tiene un servicio de Help Desk dedicado a la infraestructura de datos espaciales? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
38	(Gharaibeh et al., 2018)	<p>¿Considera que la institución pública tiene los fondos necesarios para desarrollar más su infraestructura de datos espaciales? (Gharaibeh et al., 2018)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
39	(Gharaibeh et al., 2018)	<p>¿Utiliza estándares de datos comunes establecidos por la infraestructura de datos espaciales nacional, en este caso del Perú, respecto al uso de los conjuntos de datos espaciales, metadatos, transferencia de datos, nomenclatura o software? (Gharaibeh et al., 2018)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
40	(Srimuang et al., 2017)	<p>¿La institución pública tiene asignado a un oficial de datos para controlar y apoyar la operación de la apertura de los datos? (Srimuang et al., 2017)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente

ID	Paper(s) \ Referencia	Pregunta
41	(Srimuang et al., 2017)	<p>¿La institución pública tiene establecida una arquitectura empresarial para alinear las actividades comerciales funcionales con la estrategia de TI de manera que se genere un plan de implementación, guía de ruta y plan de ejecución sobre los datos abiertos? (Srimuang et al., 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
42	(Khan, 2017)	<p>¿Considera que las principales preguntas de los ciudadanos respecto a la función de la institución pública se pueden responder mediante los datos abiertos publicados? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
43	(Khan, 2017)	<p>¿Los datos abiertos se recopilan directamente de las fuentes, es decir, tienen el mayor nivel de granularidad y no se encuentran agregados o modificados? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
44	(Khan, 2017)	<p>¿Los datos se ponen a disposición en línea lo más rápido posible para preservar su valor y oportunidad? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
45	(Khan, 2017)	<p>¿Los datos están disponibles para cualquier persona sin ningún requisito de registro u otra restricción de acceso? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
46	(Khan, 2017)	<p>¿Existen mecanismos interinstitucionales para coordinar las cuestiones de TIC, tales como, cuestiones técnicas? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
47	(Khan, 2017)	<p>¿Existe un liderazgo político visible para datos abiertos y acceso a la información en la institución pública? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
48	(Khan, 2017)	<p>¿Existen recursos o se han identificado para financiar el desarrollo de aplicaciones y servicios de gobierno electrónico que utilizarán datos abiertos? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
49	(Khan, 2017)	<p>¿Qué tan fuerte en general son las habilidades TIC del personal de la alta dirección responsable de las iniciativas de datos abiertos? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
50	(Khan, 2017)	<p>¿La mayoría de los datos que gestiona la administración en general se encuentran en formato digital? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>

ID	Paper(s) \ Referencia	Pregunta
51	(Khan, 2017)	<p>¿Organizan encuentros con los desarrolladores de aplicaciones para saber qué tipo de datos desean o están interesados en utilizar para crear aplicaciones? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
52	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)	<p>¿Considera que cuenta con una infraestructura de datos espaciales la institución pública? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
53	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)	<p>¿La institución pública tiene procesos, métodos y herramientas que permitan a los actores no gubernamentales agregar sus propios conjuntos de datos y otros componentes a su infraestructura de datos espaciales? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
54	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)	<p>¿Tienen procesos definidos para tratar los datos espaciales proporcionados por los individuos conocidos como "Voluntary Geographic Information"? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
55	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018), (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)	<p>¿La mayoría de sus datos espaciales abiertos utilizan licencias estándares que faciliten su uso y reutilización, tal como, la licencia estándar "Creative Commons" o "Creative commons attribution 4"? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018, 2019)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
56	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)	<p>¿Utiliza los datos espaciales para brindar servicios electrónicos de acceso a información actualizada sobre sus actividades, procesos y productos (en su área de competencia); por ejemplo, informar a los ciudadanos sobre el impacto del cambio climático en su vida y medio ambiente, búsqueda de vacantes de trabajo por medio de un mapa o información sobre todos los tipos de transporte público? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
57	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)	<p>¿Utiliza los datos espaciales para brindar servicios electrónicos de contacto que permiten a las partes interesadas contactar con la institución pública y proporcionales informaciones (en su área de competencia); por ejemplo, informan sobre el vertido ilegal de basura o contaminantes en las calles, informar sobre problemas en las carreteras o ingreso de una solicitud de subsidios por parte de los agricultores? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>

ID	Paper(s) \ Referencia	Pregunta
58	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)	<p>¿Utiliza los datos espaciales para brindar servicios electrónicos de transacción que son servicios que requieren la interacción bidireccional entre el gobierno, ciudadanos y empresas, por ejemplo, solicitud en línea y procesamiento de permisos de construcción? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
59	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)	<p>¿La institución pública organiza reuniones, talleres y conferencias para intercambiar conocimientos y experiencias sobre el uso de datos abiertos espaciales destinados a la comunidad? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
60	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)	<p>¿La institución pública se preocupa por el desarrollo de soluciones nuevas e innovadoras que usen datos espaciales abiertos, por ejemplo, se crean concursos o se otorgan premios? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>

Anexo L: Matriz de trazabilidad que relaciona la fuente de los componentes del modelo de medición del nivel de madurez construido

Componente	Descripción	Fuente
Diagramar la representación del modelo	Diagramación del Modelo OSD – MM	Propio
Guía de aplicación del modelo	Diagrama de flujo de la aplicación del modelo	(ISACA, 2013b) y propio
	Actividades de inicio	(ISACA, 2013b) y propio
	Planificar la evaluación	(ISACA, 2013b) y propio
	Instrucciones de ejecución	(ISACA, 2013b) y propio
	Recolección de los datos	(ISACA, 2013b) y propio
	Informe de madurez	(ISACA, 2013b) y propio
Protocolo de reporte del modelo	Redactar el resumen ejecutivo	Propio
	Redactar la introducción del reporte	(ISACA, 2013b) y propio
	Obtener los gráficos estadísticos	Propio
	Documentar los gráficos estadísticos	Propio
	Establecer las reglas de recomendaciones	Estado del arte y propio
	Redactar las recomendaciones	Estado del arte y propio
	Entrega del reporte del modelo	(ISACA, 2013b) y Propio
Cuestionario para validación del modelo por los expertos	Preguntas del cuestionario para validación del modelo por los expertos	Propio

Anexo M: Índice del reporte del modelo de medición adaptado de (ISACA, 2013b)

TABAL DE CONTENIDOS

1. Capítulo 1. Resumen ejecutivo
2. Capítulo 2. Introducción
 - 2.1. Propósito de la evaluación
 - 2.2. Alcance de la evaluación
 - 2.2.1. Unidad de la empresa
 - 2.2.2. Proceso y evaluación de los niveles de capacidad
 - 2.2.2.1. Niveles de madurez
 - 2.2.3. Horario de evaluación
 - 2.2.4. Acuerdos de confidencialidad
 - 2.2.5. Responsables de la evaluación
 - 2.2.6. Objetivos del modelo
 - 2.2.7. Dominios y dimensiones del modelo
3. Capítulo 3. Resumen de los resultados
 - 3.1. Nivel de madurez y Análisis general
 - 3.2. Análisis por nivel superado
 - 3.2.1. ESTADÍSTICAS INDIVIDUALES
 - 3.2.1.1. Preguntas del Nivel 1 – Ejecutado
 - 3.2.1.2. Preguntas del Nivel 2 – Gestionado
 - 3.2.1.3. Preguntas del Nivel 3 – Establecido
 - 3.2.1.4. Preguntas del Nivel 4 – Predecible
 - 3.2.1.5. Preguntas del Nivel 5 – Optimizado
 - 3.2.2. ESTADÍSTICAS GLOBALES DE LOS DOMINIOS DEL MODELO
 - 3.2.2.1. Dominios del Nivel 1 – Ejecutado
 - 3.2.2.2. Dominios del Nivel 2 – Gestionado
 - 3.2.2.3. Dominios del Nivel 3 – Establecido
 - 3.2.2.4. Dominios del Nivel 4 – Predecible
 - 3.2.2.5. Dominios del Nivel 5 – Optimizado
 - 3.2.3. ESTADÍSTICAS GLOBALES DE LAS DIMENSIONES DEL MODELO
 - 3.2.3.1. Dimensiones del BSC del Nivel 1 – Ejecutado
 - 3.2.3.2. Dimensiones del BSC del Nivel 2 – Gestionado
 - 3.2.3.3. Dimensiones del BSC del Nivel 3 – Establecido

3.2.3.4. Dimensiones del BSC del Nivel 4 – Predecible

3.2.3.5. Dimensiones del BSC del Nivel 5 - Optimizado

4. Capítulo 4. Recomendaciones

4.1. Recomendaciones para el Nivel 1 – Ejecutado

4.2. Recomendaciones para el Nivel 2 – Gestionado

4.3. Recomendaciones para el Nivel 3 – Establecido

4.4. Recomendaciones para el Nivel 4 – Predecible

4.5. Recomendaciones para el Nivel 5 – Optimizado

5. Referencias

6. Anexo A. Respuestas a todas las preguntas del modelo de madurez del uso de datos abiertos espaciales



Anexo N: Enlace al documento Word

“20123136_LuisSalas_ManuelTupia_Ejemplo_ReporteMadurez_EF”.

- Vínculo al documento Excel:

[20123136_LuisSalas_ManuelTupia_Ejemplo_ReporteMadurez_EF.docx](#)



Anexo Ñ: Enlace al documento Word

“20123136_LuisSalas_ManuelTupia_DocumentaciónFinalModelo_EF”.

- Vínculo al documento Excel:

[20123136_LuisSalas_ManuelTupia_DocumentaciónFinalModelo_EF.docx](#)



Anexo O: Enlace al archivo Pdf “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_InformeJuicioExperto_EF.pdf”

- Vínculo al documento Excel:

[20123136_LuisSalas_ManuelTupia_InformeJuicioExperto_EF.pdf](#)



Anexo P: Enlace al documento Excel “20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_obs_Darwin_EF.xlsx”.

- Vínculo al documento Excel:

[20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_obs_Darwin_EF.xlsx](#)



Anexo Q: Enlace al documento Pdf

“20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ActaConformidadEvaluación_EF.pdf”.

- Vínculo al documento Excel:

[20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ActaConformidadEvaluación_EF.pdf](#)



Anexo R: Matriz de trazabilidad mejorada que relaciona de qué estudios del estado del arte fue obtenida la información de cada uno de los criterios en la lista

ID	Paper(s) \ Referencia	Pregunta
1	(Kalogeropoulos et al., 2019)	¿El sistema de información geográfica (GIS) de la institución pública tiene como componente un Sistema de inteligencia de Negocios (BI)? (Kalogeropoulos et al., 2019) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
2	(Kalogeropoulos et al., 2019)	¿Utiliza el sistema de información geográfica (GIS) de la institución pública la tecnología de teledetección (imágenes satelitales)? (Kalogeropoulos et al., 2019) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
3	(Ngereja et al., 2018)	¿Existen normas para recolectar y documentar los datos espaciales? (Ngereja et al., 2018) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
4	(Kim et al., 2019)	¿Existe un matriz de valor por cada proyecto GIS planeado? (Kim et al., 2019) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
5	(Hansen & Schrøder, 2019)	¿Existen una visión general establecida sobre los datos abiertos espaciales? (Hansen & Schrøder, 2019) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
6	(Johnson et al., 2017)	¿Existe un proceso para priorizar la publicación y actualización de los datos abiertos que tenga en cuenta las necesidades de las partes interesadas? (Johnson et al., 2017) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
7	(Rawat & Dobhal, 2018)	¿El geo portal permite un solo método de acceso (Single Sign-on) a sus nodos federados (que lo componen)? (Rawat & Dobhal, 2018) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
8	(Gharaibeh et al., 2018), (Cesarino, 2017), (Sagadiyev et al., 2016), (Acharya & Pandey, 2018)	¿Se utiliza alguna plataforma de base de datos para almacenar los datos GIS de la institución pública (Gharaibeh et al., 2018), por ejemplo, MySQL, PostgreSQL (Cesarino, 2017), PostGIS (Sagadiyev et al., 2016), Oracle Spatial (Acharya & Pandey, 2018) u otros? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
9	(Khan, 2017)	¿Los datos abiertos en su mayoría se abren de forma masiva (datos disponibles en un conjunto de archivos estáticos que se

ID	Paper(s) \ Referencia	Pregunta
		pueden descargar directamente desde un sitio web de alojamiento)? (Khan, 2017) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí
10	(Khan, 2017)	¿Los datos abiertos en su mayoría se abren y se mantienen en forma de API (datos dinámicos) para permitir crear aplicaciones, sitios web, compartir datos u otros? (Khan, 2017) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí
11	(Kalogeropoulos et al., 2019)	¿Con qué sectores tiene contratos de interoperabilidad para utilizar datos espaciales? (Kalogeropoulos et al., 2019) <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Sector Público <input type="checkbox"/> Sector Privado <input type="checkbox"/> Ambos
12	(Kalogeropoulos et al., 2019)	¿Cuál es el tamaño de la estructura de administración de su infraestructura de datos espaciales? (Kalogeropoulos et al., 2019) <input type="checkbox"/> No tiene <input type="checkbox"/> Pequeño <input type="checkbox"/> Mediano <input type="checkbox"/> Grande
13	(De Los Reyes et al., 2017)	¿Utiliza los estándares de la OGC (WMS, WFS, WCS y CSW) para la interoperabilidad de sus servicios web? (De Los Reyes et al., 2017) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
14	(De Los Reyes et al., 2017)	¿Tienen los metadatos de las capas de los datos espaciales, información sobre la calidad, fecha del dato y plan de actualización? (De Los Reyes et al., 2017) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
15	(Vancauwenberghe, 2018)	¿Su política y estrategia de datos abiertos considera la relación de los procesos, responsabilidades, plazos, recursos y estándares de reutilización de la información? (Vancauwenberghe, 2018) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
16	(Vancauwenberghe, 2018), (Khan, 2017), (Zeleti & Ojo, 2017), (De Los Reyes et al., 2017), (Johnson et al., 2017)	¿Los datos abiertos están disponibles en un formato fácilmente entendible y procesable por la computadora del cliente (legible) y gratuito (Khan, 2017; Vancauwenberghe, 2018), por ejemplo, hoja de cálculo en Excel, archivos CSV, XML (Khan, 2017), Shapefile, JSON, NetCDF, KML, WMS, WCS (Zeleti & Ojo, 2017), GML (De Los Reyes et al., 2017) y geoJSON (Johnson et al., 2017)? <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
17	(Vancauwenberghe, 2018)	¿Se recopilan y analizan estadísticas de visualizaciones y accesos a los portales y aplicaciones de datos abiertos, por ejemplo, el número de visitantes únicos, la proporción de visitantes extranjeros o perfil de los visitantes del portal? (Vancauwenberghe, 2018) <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente

ID	Paper(s) \ Referencia	Pregunta
18	(Rahmatika et al., 2019), (Cezarino, 2017)	<p>¿Existe algún proceso desarrollado de recepción y gestión de la opinión pública sobre los datos abiertos, por ejemplo, en el portal de datos abiertos se atienden a las opiniones, se registran opiniones por canales abiertos como las redes sociales o se solicita retroalimentación? (Cezarino, 2017; Rahmatika et al., 2019)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
19	(Kim et al., 2019), (Gharaibeh et al., 2018)	<p>¿Tienen expertos GIS destinados a investigar conceptos y estrategias de potenciales usos de tecnologías GIS y/o gestionar su infraestructura de datos espaciales? (Gharaibeh et al., 2018; Kim et al., 2019)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
20	(Kim et al., 2019)	<p>¿La infraestructura de datos espaciales de la institución pública se gobierna bajo un modelo de gobernanza corporativo? (Kim et al., 2019)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
21	(Zhu et al., 2016)	<p>¿Gestionan un intercambio de datos multilingüe en la institución pública? (Zhu et al., 2016)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
22	(Zhu et al., 2016)	<p>¿Tiene funciones de búsqueda avanzada de datos espaciales en la página principal, por ejemplo, no cuenta con la función, búsqueda simple por palabras clave o búsqueda avanzada por mapas interactivos? (Zhu et al., 2016)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
23	(Warekuromor et al., 2017)	<p>¿Existe información sobre la procedencia de los datos espaciales, por ejemplo, el historial de procedencia, términos de cómo se derivó o registros de actualizaciones de los datos espaciales? (Warekuromor et al., 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
24	(Dawidowicz & Zrobek, 2016), (Kalogeropoulos et al., 2019)	<p>¿Tiene un geo portal (Kalogeropoulos et al., 2019) y en caso de tenerlo se ofrece entrada a tutoriales, noticias, servicios espaciales, procedimientos, conjuntos de datos espaciales y catálogo de servicios de otros sitios (Dawidowicz & Zrobek, 2016)?</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
25	(Dawidowicz & Zrobek, 2016)	<p>¿Existe una política de seguridad sobre el uso mutuo de los datos y metadatos almacenados en el geo portal, por ejemplo, se realizó el respaldo de la información, existen procedimiento para limitar el riesgo de violar la confiabilidad, integridad y disponibilidad de los datos y metadatos? (Dawidowicz & Zrobek, 2016)</p>

ID	Paper(s) \ Referencia	Pregunta
		<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
26	(Acharya & Pandey, 2018)	<p>¿Se realizan actividades de Investigación y Desarrollo que utilicen los datos espaciales de la institución pública, por ejemplo, desarrollan el manejo de datos espaciales en 3D para la gobernanza urbana o se coordina con la autoridad nacional para mitigar los desastres en el ámbito de competencia de la institución pública? (Acharya & Pandey, 2018)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
27	(Oviedo et al., 2015)	<p>¿El portal y sus diferentes conjuntos de datos abiertos son referenciados notablemente por la relevancia de sus datos publicados por sitios web de terceros? (Oviedo et al., 2015)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
28	(Rawat & Dobhal, 2018)	<p>¿Existe una gestión estandarizada de la simbología utilizada para representar las propiedades de los datos espaciales? (Rawat & Dobhal, 2018)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
29	(Johnson et al., 2017)	<p>¿Los proveedores de los datos eliminan parte de los datos con la finalidad de proteger la privacidad o asegurar que estén libres de información confidencial de terceros? (Johnson et al., 2017)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
30	(Johnson et al., 2017)	<p>¿Cómo parte de la participación ciudadana en datos abiertos se organizan Hackatones con la intención de superar las barreras de los componentes tecnológicos y llegar al gobierno y a la sociedad? (Johnson et al., 2017)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
31	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2019), (Kim et al., 2019)	<p>¿La institución pública tiene planes y documentos estratégicos (Kim et al., 2019) y políticas para planificar, diseñar y dirigir su infraestructura de datos espaciales, por ejemplo, se planea la recopilación y la gestión de los datos espaciales para maximizar su uso (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)?</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
32	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)	<p>¿La institución pública ha realizado o está realizando iniciativas para evaluar el estado de la implementación de su infraestructura de datos espaciales de forma abierta, por ejemplo, evalúa su madurez para obtener recomendaciones de mejoras? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente

ID	Paper(s) \ Referencia	Pregunta
33	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)	<p>¿Se toman en cuenta las necesidades y/o están representados de alguna manera las partes no gubernamentales tales como los sectores privados, académicos y sin fines de lucro, respecto al desarrollo e implementación de la infraestructura de datos espaciales de la institución pública? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
34	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)	<p>¿Los actores no gubernamentales tiene tareas y responsabilidades en la gobernanza del SDI de la institución pública, por ejemplo, desarrollan estándares de metadatos, brindan capacitaciones y asesoramiento sobre las políticas y estrategias, crean herramientas para mejorar el uso de datos abiertos, investigan sobre modelos de negocio del uso de datos u otras actividades parecidas? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
35	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)	<p>¿Provén de apoyos e incentivos financieros internamente para abrir los datos y/o para que los ciudadanos desarrollen nuevos productos y servicios? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
36	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)	<p>¿La institución pública realiza una gestión de conocimiento de los datos espaciales con instrumentos tales como documentos de orientación y apoyo de licencias, derechos de propiedad intelectual y aspectos técnicos, documentos de sensibilización y comunicación interorganizacional y documentos de capacitación? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
37	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)	<p>¿La institución pública tiene un servicio de Help Desk dedicado a la infraestructura de datos espaciales? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
38	(Gharaibeh et al., 2018)	<p>¿Considera que la institución pública tiene los fondos necesarios para desarrollar más su infraestructura de datos espaciales? (Gharaibeh et al., 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
39	(Gharaibeh et al., 2018)	<p>¿Utiliza estándares de datos comunes establecidos por la infraestructura de datos espaciales nacional, en este caso del Perú, respecto al uso de los conjuntos de datos espaciales, metadatos, transferencia de datos, nomenclatura o software? (Gharaibeh et al., 2018)</p>

ID	Paper(s) \ Referencia	Pregunta
		<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
40	(Srimuang et al., 2017)	<p>¿La institución pública tiene asignado a un oficial de datos para controlar y apoyar la operación de la apertura de los datos? (Srimuang et al., 2017)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
41	(Srimuang et al., 2017)	<p>¿La institución pública tiene establecida una arquitectura empresarial para alinear las actividades comerciales funcionales con la estrategia de TI de manera que se genere un plan de implementación, guía de ruta y plan de ejecución sobre los datos abiertos? (Srimuang et al., 2017)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
42	(Khan, 2017)	<p>¿Considera que las principales preguntas de los ciudadanos respecto a la función de la institución pública se pueden responder mediante los datos abiertos publicados? (Khan, 2017)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
43	(Khan, 2017)	<p>¿Los datos abiertos se recopilan directamente de las fuentes, es decir, tienen el mayor nivel de granularidad y no se encuentran agregados o modificados? (Khan, 2017)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
44	(Khan, 2017)	<p>¿Los datos se ponen a disposición en línea lo más rápido posible para preservar su valor y oportunidad? (Khan, 2017)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
45	(Khan, 2017)	<p>¿Los datos están disponibles para cualquier persona sin ningún requisito de registro u otra restricción de acceso? (Khan, 2017)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
46	(Khan, 2017)	<p>¿Existen mecanismos interinstitucionales para coordinar las cuestiones de TIC, tales como, cuestiones técnicas? (Khan, 2017)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
47	(Khan, 2017)	<p>¿Existe un liderazgo político visible para datos abiertos y acceso a la información en la institución pública? (Khan, 2017)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente
48	(Khan, 2017)	<p>¿Existen recursos o se han identificado para financiar el desarrollo de aplicaciones y servicios de gobierno electrónico que utilizarán datos abiertos? (Khan, 2017)</p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente

ID	Paper(s) \ Referencia	Pregunta
49	(Khan, 2017)	<p>¿Qué tan fuerte en general son las habilidades TIC del personal de la alta dirección responsable de las iniciativas de datos abiertos? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
50	(Khan, 2017)	<p>¿La mayoría de los datos que gestiona la administración en general se encuentran en formato digital? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
51	(Khan, 2017)	<p>¿Organizan encuentros con los desarrolladores de aplicaciones para saber qué tipo de datos desean o están interesados en utilizar para crear aplicaciones? (Khan, 2017)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
52	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)	<p>¿Considera que cuenta con una infraestructura de datos espaciales la institución pública? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
53	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)	<p>¿La institución pública tiene procesos, métodos y herramientas que permitan a los actores no gubernamentales agregar sus propios conjuntos de datos y otros componentes a su infraestructura de datos espaciales? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
54	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)	<p>¿Tienen procesos definidos para tratar los datos espaciales proporcionados por los individuos conocidos como "Voluntary Geographic Information"? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
55	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018), (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019)	<p>¿La mayoría de sus datos espaciales abiertos utilizan licencias estándares que faciliten su uso y reutilización, tal como, la licencia estándar "Creative Commons" o "Creative commons attribution 4"? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018, 2019)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
56	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)	<p>¿Utiliza los datos espaciales para brindar servicios electrónicos de acceso a información actualizada sobre sus actividades, procesos y productos (en su área de competencia); por ejemplo, informar a los ciudadanos sobre el impacto del cambio climático en su vida y medio ambiente, búsqueda de vacantes de trabajo por medio de un mapa o información sobre todos los tipos de transporte público? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>

ID	Paper(s) \ Referencia	Pregunta
57	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)	<p>¿Utiliza los datos espaciales para brindar servicios electrónicos de contacto que permiten a las partes interesadas contactar con la institución pública y proporcionales informaciones (en su área de competencia); por ejemplo, informan sobre el vertido ilegal de basura o contaminantes en las calles, informar sobre problemas en las carreteras o ingreso de una solicitud de subsidios por parte de los agricultores? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
58	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)	<p>¿Utiliza los datos espaciales para brindar servicios electrónicos de transacción que son servicios que requieren la interacción bidireccional entre el gobierno, ciudadanos y empresas, por ejemplo, solicitud en línea y procesamiento de permisos de construcción? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
59	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)	<p>¿La institución pública organiza reuniones, talleres y conferencias para intercambiar conocimientos y experiencias sobre el uso de datos abiertos espaciales destinados a la comunidad? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>
60	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)	<p>¿La institución pública se preocupa por el desarrollo de soluciones nuevas e innovadoras que usen datos espaciales abiertos, por ejemplo, se crean concursos o se otorgan premios? (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)</p> <p><input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Ampliamente <input type="checkbox"/> Completamente</p>

Anexo S: Matriz de trazabilidad que relaciona de qué estudios del estado del arte, de qué herramientas de gobierno y gestión y fuente propia fue obtenida la información de cada uno de los componentes del modelo mejorados.

Componente	Descripción	Fuente
Objetivos del modelo	9. Maximizar el valor agregado de los servicios basados en datos espaciales	Propio
	10. Diagnosticar el nivel de madurez de la aplicación de las buenas prácticas en el uso de datos espaciales abiertos en las instituciones públicas para sugerir mejoras	Análisis de toda la revisión sistemática
	11. Revelar el cumplimiento de requisitos regulatorios y legales del uso de datos espaciales en las instituciones públicas para proponer mejoras	Resolución Ministerial N° 241-2014-PCM, Decreto de Urgencia N° 006-2020, Decreto N° 007-2020, (Vancauwenberghe, 2018)
	12. Establecer una cultura de servicio orientada a satisfacer las necesidades del ciudadano	(Vancauwenberghe & van Loenen, 2018)
	13. Mantener la continuidad y disponibilidad de los servicios basados en datos espaciales	Propio
	14. Utilizar las mejores prácticas en la prestación de servicios basados en datos espaciales	Propio
	15. Recopilar información del cumplimiento de los requisitos de interoperabilidad del uso de datos espaciales en las instituciones públicas para proponer mejoras	(De Los Reyes et al., 2017), (Rahmatika et al., 2019), (Warekuromor et al., 2017), (Gharaibeh et al., 2018)
	16. Tener y mantener una cultura de prospectiva tecnológica aplicada a soluciones de interoperabilidad basada en el uso compartido de datos espaciales	Propio
Escalas de madurez	Los niveles de madurez utilizados en orden ascendente son: ejecutado, gestionado, establecido, predecible y optimizado	(ISACA, 2013b)

	Significado de las escalas de madurez	(Khan, 2017), (De Los Reyes et al., 2017), (Kalogeropoulos et al., 2019), (Warekuromor et al., 2017), (Rawat & Dobhal, 2018), (Gharaibeh et al., 2018), (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019), (Dawidowicz & Zrobek, 2016), (Johnson et al., 2017), (Srimuang et al., 2017), (Cesarino, 2017), (Rahmatika et al., 2019), (Oviedo et al., 2015), (Vancauwenberghe, 2018), (Kim et al., 2019), (Acharya & Pandey, 2018), (Vancauwenberghe & van Loenen, 2018), (Zhu et al., 2016), marco conceptual, análisis de toda la revisión sistemática, (ISACA, 2013c) y propio
Calificador de la empresa	Lógica de la función discriminadora de tipo booleana	Propio
	ÁreaOrg: Área principal de la sociedad que brinda servicios la institución pública	Propio
	CapacidadOrg: Capacidad organizativa básica de la institución pública respecto a los aspectos: gestión de base de datos espacial (Kalogeropoulos et al., 2019) y gestión documental del uso de datos espaciales (Ngereja et al., 2018)	Propio, (Kalogeropoulos et al., 2019), (Ngereja et al., 2018)
	RecursosOrg: Recursos de la organización básicos de la institución pública respecto a los aspectos: recursos de TI, recursos financieros y recursos humanos	Propio

	<p>ÁreasDatosEspaciales: Los temas que requieren usar datos espaciales en el gobierno electrónico son: medio ambiente, tráfico, salud, personas, empresas y propiedad (Hansen & Schrøder, 2019), gestión de desastres, gestión de los recursos de la tierra, agricultura (Acharya & Pandey, 2018), demografía, proyectos de desarrollo económico y social, uso de presupuestos públicos, centros educativos, delegaciones policías (Oviedo et al., 2015), límites, agro economía, recursos, fisiografía, hidrografía, uso del suelo, geología, contraterrorismo, respuesta a pandemias (Rawat & Dobhal, 2018), direcciones, topografía, propiedades (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019), transporte (Redes ferroviarias y carreteras), instalaciones de comunicación, suministros de electricidad, cultivo, forestal, turismo, planificación de servicios, control geodésico, elevación y catastro (Gharaibeh et al., 2018)</p>	<p>(Hansen & Schrøder, 2019), (Acharya & Pandey, 2018), (Oviedo et al., 2015), (Rawat & Dobhal, 2018), (Vancauwenberghe & van Loenen, 2019), (Gharaibeh et al., 2018)</p>
	<p>UmbralCapacidad: Se tiene una estructura de administración de la infraestructura de datos espaciales que gestionan bases de datos espaciales (Kalogeropoulos et al., 2019). Además; tienen normas para recolectar y documentar los datos espaciales, de manera que se tenga algún tipo de gestión documental (Ngereja et al., 2018).</p>	<p>(Kalogeropoulos et al., 2019), (Ngereja et al., 2018)</p>
	<p>UmbralRecursos: Se cuenta con los siguientes recursos de TI: se abren los datos de forma masiva (datos disponibles en un conjunto de archivos estáticos que se pueden descargar directamente desde un sitio web de alojamiento) y/o se abren y se mantienen en forma de API (datos dinámicos) (Khan, 2017), se cuenta con una base de datos GIS, un sistema operativo para ejecutar GIS y una configuración de red (LAN, WAN y/o Inalámbricas) (Gharaibeh et al., 2018). En cuanto a los recursos financieros se tiene algún tipo de financiación para el uso de datos espaciales (propio presupuesto o externo de manera</p>	<p>(Khan, 2017), (Gharaibeh et al., 2018), (Kalogeropoulos et al., 2019)</p>

	pública, privada o usando otros métodos) (Gharaibeh et al., 2018). Finalmente, se tienen recursos humanos que trabajen a tiempo completo o parcial en el área de datos espaciales (Kalogeropoulos et al., 2019).	
Incorporación de los criterios de medición de madurez anteriormente adaptados	Perspectiva legal y establecimiento (Rahmatika et al., 2019)	(Rahmatika et al., 2019)
	Perspectiva tecnológica (Rahmatika et al., 2019)	(Rahmatika et al., 2019)
	Perspectiva ciudadana y emprendedora (Rahmatika et al., 2019)	(Rahmatika et al., 2019)
	Asignación de los criterios de medición a los niveles de madurez	Propio, análisis de toda la revisión sistemática y (ISACA, 2013c)
	Valores máximos y mínimos de las respuestas a la lista de criterios	(ISACA, 2013c)
	Fórmula por nivel de madurez	Propio y (Rahmatika et al., 2019)
	Umbral elegido para asignar la madurez	Propio y (ISACA, 2013c)
Métricas del modelo	Métrica_01: Nivel de satisfacción de los usuarios de la solución y servicios (Brooks, 2012) que usan datos espaciales	(Brooks, 2012)
	Métrica_02: Nivel de uso del diseño de los servicios de gobierno electrónico (Brooks, 2012) que usan datos espaciales	(Brooks, 2012)
	Métrica_03: Infracciones o quejas de los servicios (Brooks, 2012) de gobierno electrónico que usa datos espaciales	(Brooks, 2012)
	Métrica_04: Satisfacción del cliente con la mejora continua de los servicios (Brooks, 2012) basados en el uso de datos espaciales	(Brooks, 2012)
	Métrica_05: Número de errores causados por la gestión de la configuración y los activos de los servicios (Brooks, 2012) que utilizan datos espaciales	(Brooks, 2012)
	Métrica_06: Satisfacción del cliente con la gestión de la configuración y los activos del servicio (Brooks, 2012) que utilizan datos espaciales que forman parte de la infraestructura de datos espaciales de la institución pública	(Brooks, 2012)

	Métrica_07: Incidentes resueltos dentro del SLA (Brooks, 2012) de la interoperabilidad de datos espaciales	(Brooks, 2012)
	Métrica_08: Mejora del valor real frente al estimado de la tecnología innovadora (Brooks, 2012) de datos espaciales	(Brooks, 2012)
Responsabilidades y prácticas de aplicación del modelo	Definición y características del "Patrocinador"	(ISACA, 2013b) y propio
	Definición y características del "Evaluador"	(ISACA, 2013b) y propio
	Definición y características del "Responsable de los datos espaciales"	(Kalogeropoulos et al., 2019), (Ngereja et al., 2018)
	Responsabilidad(es) y prácticas del "Patrocinador"	(ISACA, 2013b) y propio
	Responsabilidad(es) y prácticas del "Evaluador"	(ISACA, 2013b)
	Responsabilidad(es) y prácticas del "Responsable de los datos espaciales"	Propio
Hoja de ruta para construcción del modelo	Hoja de ruta para construcción del modelo	Propio

Anexo T: Enlace al documento Pdf

“20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ActaConformidad_Firmado_EF.pdf”.

- Vínculo al documento Excel:

[20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ActaConformidad_Firmado_EF.pdf](#)



Anexo U: Enlace al formulario web en Google Forms “Modelo de Madurez de Infraestructura de Datos Espaciales”.

- Vínculo al formulario web:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf5F1YOVzNUIU5u1FJSXydQW6ilKkVg_OSCn0Ah9nf3FvY9HQ/viewform?usp=sf_link



Anexo V: Enlace al documento Pdf

“20123136_LuisSalas_ManuelTupia_InvitaciónParticipación_EF.pdf”.

- Vínculo al documento Pdf:

[20123136_LuisSalas_ManuelTupia_InvitaciónParticipación_EF.pdf](#)



**Anexo W: Enlace al documento Word
“20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ReporteMadurez_SERFOR_EF.docx”**.

- Vínculo al documento Word:

[20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ReporteMadurez_SERFOR_EF.docx](#)



Anexo X: Enlace al documento Excel

“20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_SERFOR_EF.xlsx”.

- Vínculo al documento Excel:

[20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_SERFOR_EF.xlsx](#)



**Anexo Y: Enlace al documento Word
“20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ReporteMadurez_MINAGRI_EF.docx”.**

- Vínculo al documento Word:

[20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ReporteMadurez_MINAGRI_EF.docx](#)



Anexo Z: Enlace al documento Excel

“20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_MINAGRI_EF.xlsx”.

- Vínculo al documento Excel:

[20123136_LuisSalas_ManuelTupia_ModeloMadurez_MINAGRI_EF.xlsx](#)

