

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS

IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA DE CÓDIGO QR EN
CATALOGACIÓN DE CARTOGRAFÍA



VÍCTOR JOSÉ QUEZADA LEIVA

CHIQUMULA, GUATEMALA, OCTUBRE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS

IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA DE CÓDIGO QR EN
CATALOGACIÓN DE CARTOGRAFÍA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

VICTOR JOSÉ QUEZADA LEIVA

Al conferírsele el título de

INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUMULA, GUATEMALA, OCTUBRE 2021

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS**



**RECTOR EN FUNCIONES
M.A. PABLO ERNESTO OLIVA SOTO**

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Representante de Profesores:	M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso
Representante de Profesores:	M.Sc. Gildardo Guadalupe Arriola Mairén
Representante de Graduados:	Ing. Agr. Henry Estuardo Velásquez Guzmán
Representante de Estudiantes:	A.T. Zoila Lucrecia Argueta Ramos
Representante de Estudiantes:	Br. Juan Carlos Lemus López
Secretaria:	M.Sc. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	M. A. Edwin Rolando Rivera Roque
Coordinador de Carrera:	M.Sc. Jeovani Joel Rosa Pérez

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente:	M.Sc. Jeovani Joel Rosa Pérez
Secretaria:	M.Sc. Victoria María Callén Valdés
Vocal:	Ing. en A.T. Maris Arelis España Estrada

TERNA EVALUADORA

Ing.en A.T. Maris Arelis España Estrada
M.Sc. Manuel Gilberto García Álvarez
Ing. Agr. Raúl Antonio Calderón De León

Chiquimula, 11 de octubre de 2021

Señores
Consejo Directivo
Centro Universitario de Oriente
Ciudad de Chiquimula

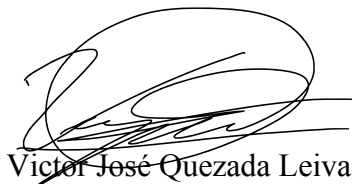
Honorables Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de graduación titulado:

**“IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA DE CÓDIGO QR EN CATALOGACIÓN DE
CARTOGRAFÍA”**

El cual presento como requisito previo a optar al título de Ingeniero en Administración de Tierras, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,



Victor José Quezada Leiva
Carné 201142492

Chiquimula, 21 de mayo de 2021
Ref. TG-AT-09-2021

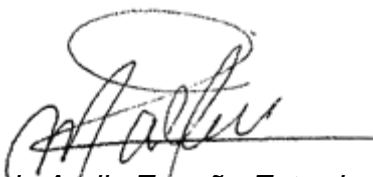
Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
DIRECTOR
Centro Universitario de Oriente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable señor Director:

En atención a la designación efectuada según Acta de Aprobación de Tema de Trabajo de Graduación APT-04-2018 de fecha 25-05-2018, para asesorar al estudiante **VICTOR JOSÉ QUEZADA LEIVA** con Registro Académico **201142492**, en el trabajo de graduación denominado **“IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA DE CÓDIGO QR EN CATALOGACIÓN DE CARTOGRAFÍA”**, tengo el agrado de dirigirme a usted para informarle que he procedido a asesorar y orientar al sustentante sobre el contenido de dicho trabajo.

En mi opinión, el trabajo presentado reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes, razón por la cual recomiendo la aprobación del informe final para su discusión en el Examen General Público, previo a optar el título de **Ingeniero en Administración de Tierras**, en el Grado Académico de **Licenciado**.

“Id y Enseñad a Todos”



Inga. Maris Arelis España Estrada
Colegiada No. 6.049

c.c. archivo
MAEE / Im

D-TG-AT-174-2021

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó el estudiante **VICTOR JOSÉ QUEZADA LEIVA** titulado **"IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA DE CÓDIGO QR EN CATALOGACIÓN DE CARTOGRAFÍA"**, trabajo que cuenta con el aval de su Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera de Administración de Tierras. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación** a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a veintiséis de octubre del dos mil veintiuno.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
DIRECTOR
CUNORI - USAC



DEDICATORIA

A DIOS:

Por su Espíritu Santo que habita en mí, por Su Palabra que ha sido, es y será mi lumbrera en mi camino.

A MIS PADRES:

Alma Eloisa Leiva Suchine y Victor Hugo Quezada Guerra, por todo el apoyo, por cada esfuerzo, por no dejarme desmayar en ningún momento.

A MI HERMANA:

Sofy Edelwais Quezada, por ser esa persona a la que puedo acudir siempre, gracias por cada consejo y amor.

A MI FAMILIA:

Por cada palabra de aliento, por siempre creer en mí.

AGRADECIMIENTOS

Tengo tanto que agradecer, vivo agradecido por las personas que conocí en CUNORI, personas que se convirtieron en amigos, mejores amigos y más que amigos.

A MIS ASESORES:

Maris España e Ivan Zurita ,por su paciencia,
por creer en mi.

A MI NOVIA:

Joceline María Marroquín Paz, por tu amor incondicional, por la paciencia, por cada momento especial, no tengo palabras para agradecerte todo lo que haces por mi. Te amo.

A MI PADRINO:

Francisco Javier Cerezo Quezada, por ser como el hermano que nunca tuve.

A CUNORI:

Por permitirme superarme profesionalmente, pero sobre todo por ser mi segundo hogar.

A MI CARRERA:

Ingeniería en Administración de Tierras, por permitirme ser un profesional útil para la sociedad guatemalteca.

A MIS CATEDRÁTICOS:

Lorena Romero, Victoria Callén, Cesar Flores, Mirsa Méndez, Carlos Ramírez, Sergio Albizurez, Marlon Buezo, Geovanny Rosa, Freddy Díaz, Maris España, Iván Zurita, gracias por la paciencia, por instruirme profesionalmente, los llevo en mi

corazón a cada uno por nombre.

A LISBETH MARTÍNEZ:

Por ser una persona extraordinaria, por su entrega a su labor, por ayudarme en todos mis procesos desde que entré hasta que salí. Eternamente agradecido.

A MIS MEJORES AMIGOS:

Edgar Díaz, Ender Casasola, Junior Cardona, Daniel Gonzáles, Cristhyan González, gracias por estar para mí, por ser mis hermanos de otra madre.

A MIS COMPAÑEROS:

Por el apoyo, por los buenos momentos vividos.

A MIS AMIGOS:

Por siempre apoyarme en todas mis ideas, por siempre darme ánimos.

RESUMEN

La información cartográfica cada vez es más y cada vez es más fácil acceder a ella, lastimosamente cuando se crea esta información geográfica, se deja a un lado una práctica muy importante, crear metadatos de la información y divulgarlos. Las investigaciones de nuevas tecnologías aplicadas a métodos convencionales ha logrado una importante actualización en la forma de ejecución ciertas tareas. La implementación de la tecnología de código QR en la cartografía permite la modernización de los mapas facilitando la divulgación y estructuración de los metadatos en el producto cartográfico como tal, así pueda tener la posibilidad de tener más usos que los que ya posee y brindar más información de la que está plasmada en él. El acceso a los metadatos geográficos por medio de un código QR asignado a los mapas digitales o impresos, promueve la cultura de uso de metadatos, facilita la forma de compartirlos llegando a todos los usuarios desde el sistema diseñado y permite la divulgación de los mismos. Es importante promover la creación y uso de metadatos cartográficos cumpliendo con normas internacionales para que la información generada tenga validez profesional, el correcto uso de los mismos permitirá ahorro en recursos.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO CONCEPTUAL	3
	2.1 Antecedentes	3
	2.2 Estudios relacionados	4
	2.2.1 El uso de los metadatos para el desarrollo de un modelo de interoperabilidad para las infraestructuras de datos espaciales	4
	2.2.2 Estudio del código QR para el desarrollo de los planes de marketing y publicidad en las empresas del sector comercial de la ciudad de Guayaquil	5
	2.2.3 Tarjeta médica por código QR	6
	2.3 Definición del problema	7
	2.4 Justificación	8
III.	MARCO TEÓRICO	10
	3.1 Agrimensura	10
	3.2 Base de Datos Geográficos	10
	3.3 Cartografía	10
	3.4 Cartografía Digital	10
	3.5 Catalogación Cartográfica	11
	3.6 Código QR	11
	3.7 Fotogrametría	11
	3.8 Geoserver	11
	3.9 Imagen de satélite	11
	3.10 Inventario de Mapas	11
	3.11 Leyenda	12
	3.12 Mapa	12
	3.13 Metadato	12
	3.14 Ortofotografía	12
	3.15 PgAdmin	12

3.16	PHP	13
3.17	PostGis	13
3.18	PostGresSQL	13
3.19	Servidores Web	13
3.20	Servidores Web Cartográficos	13
3.21	Sistemas de Coordenadas	13
3.22	Sistema de Coordenadas Geográficas	14
3.23	Sistema de Coordenadas Proyectadas	14
3.24	Sistema de información geográfica	14
3.25	SQL	15
3.26	WMS	15
IV.	MARCO REFERENCIAL	16
4.1	Aspectos Institucionales	16
4.1.1	SINIT-SEGEPLAN	16
4.1.2	Instituto Geográfico Nacional -IGN-	17
4.1.3	SIG-CUNORI	18
4.2	Aspectos Técnicos sobre metadatos cartográficos	19
4.2.1	Norma Internacional ISO 19115-1:2004	19
4.2.2	Comité Técnico de Normalización de Información Geográfica	20
4.2.3	COGUANOR NTG ISO 19115	20
V.	MARCO METODOLÓGICO	23
5.1	Objetivos	23
5.1.1	General	23
5.1.2	Específicos	23
5.2	Análisis y descripción de la normativa de metadatos cartográficos establecida por el Instituto Geográfico Nacional de Guatemala	23
5.3	Diseño del sistema tecnológico de estructuración y organización de metadatos geográficos	24
5.3.1	Análisis	25

5.3.2	Diseño	25
5.3.3	Desarrollo	27
5.3.4	Prueba	27
5.3.5	Implementación	27
5.4	Incorporación de código QR en mapas generados por el Sistema de Información Geográfica del CUNORI	27
5.5	Esquema Metodológico	29
VI.	RESULTADOS	30
6.1	Perfil de metadatos	30
6.2	Sistema tecnológico de estructuración de metadatos y organización de metadatos cartográficos	30
6.2.1	Diseño	30
6.2.2	Base de datos en Postgres	32
6.2.3	Script de redirección del código QR a servidor	33
6.2.4	Programa utilizado PHP Runner	33
6.2.5	Xampp para administración de PHP	38
6.2.6	Instalación de sistema en servidor local	38
6.2.7	Configuración de los programas instalados	40
6.3	Incorporación de código QR en productos cartográficos impresos y/o digitales	42
VII.	CONCLUSIONES	47
VIII.	RECOMENDACIONES	48
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
X.	APÉNDICES	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Mapa de Ubicación de SIG CUNORI	19
2. Ejemplo de código QR	28
3. Esquema metodológico	29
4. Perfil de metadatos exclusivo	30
5. Diagrama conceptual	31
6. Diagrama lógico	32
7. Captura de la base de datos en el programa gestor Postgres	32
8. Captura de script utilizado para la redirección del código QR	33
9. Captura de programa utilizado PHPRunner 10.3	34
10. Captura de pantalla de administración de permisos	34
11. Código utilizado para generar el código QR	35
12. Captura de pantalla de diseño de plantilla de PHP	35
13. Diseño de menú	36
14. Plantilla en PHP para administración de datos	36
15. Modo de diseño para ingreso de datos de la página de metadatos	37
16. Diseño de log in para ingreso al sistema	37
17. Xampp para administración de PHP	38
18. Captura de instaladores a ejecutar, Postgres, PHPRunner y Xampp	39
19. Panel de control de Xampp	39
20. Instalación de PHP en Xampp	40
21. Integración de la base de datos a Postgres	40
22. Página de inicio de sesión del sistema	41
23. Página que muestra la información de metadatos y el código QR	41
24. Captura de pantalla del modo edición/creación de metadatos y código QR	42
25. Mapa de ubicación con código QR	43
26. Mapa de uso de suelo con código QR	44
27. Mapa de aproximación con código QR	45
28. Captura de la información que se muestra al escanear el código QR	46

I. INTRODUCCIÓN

La cartografía es una ciencia que evoluciona constantemente, desde su inicio se han implementado nuevas tecnologías que faciliten su creación, comprensión y análisis, permitiendo a más disciplinas la utilicen en sus operaciones para la toma de decisiones, por lo cual ha ido aumentando considerablemente los productos cartográficos, este incremento influye en el almacenamiento, organización, localización y por tanto su distribución.

Mediante la utilización de metadatos en los productos cartográficos se puede aprovechar una mayor utilidad a la información existente, pero debe ser debidamente organizada y estructurada de forma tal que el alcance de su utilidad sea mayor, para saber cómo localizarla y mantenerla, además de darle el valor de uso que debe tener.

Los códigos QR -Quick Response- surgieron a la necesidad de ingresar más caracteres a un código normal de barras, además que este sea leído por todos los dispositivos con una cámara incorporada y así volverlo una herramienta versátil.

La implementación de la tecnología de código QR en la cartografía permite la modernización de los mapas facilitando la divulgación y estructuración de los metadatos en el producto cartográfico como tal, así pueda tener la posibilidad de tener más usos que los que ya posee y brindar más información de la que está plasmada en él.

Los códigos QR son muy usados en el marketing y en la publicidad, la mayoría de productos

lo poseen y explotan toda su capacidad. En la cartografía se utilizó para brindar información extra pero su mayor herramienta fue la de auxiliar a la divulgación de sus metadatos, ya que con ella se logró establecer un nuevo método de organización de información cartográfica y así simplificar procesos.

Uno de los fines principales del estudio es la implementación de los códigos QR por los estudiantes, docentes y profesionales del área cartográfica usuarios del Sistema de Información Geográfica del Centro Universitario de Oriente -SIG-CUNORI-, pudiendo explotar cada una de las herramientas tecnológicas para lograr así una modernización en la cartografía. Se estima que al final de este trabajo de graduación se tenga una manera actualizada de presentar los metadatos por medio del código QR.

II. MARCO CONCEPTUAL

2.1 Antecedentes

Debido a la necesidad de identificar y controlar, productos, artículos, herramientas etc. en las empresas nace el código de barras que permite el almacenamiento de información tanto en texto como en números, actualmente usados a nivel mundial para la identificación de artículos y productos comerciales. Teniendo como limitante el almacenamiento de muy poca información y siendo esta información un simple texto o número en blanco y negro.

Poco a poco fueron popularizándose el uso de los códigos de barras a nivel mundial y apareciendo sus desventajas como la limitante de guardar poca información, y así también la poca tolerancia a errores. En 1994 la empresa japonesa Denso Wave creó sus propios códigos para el almacenamiento y control de inventario de sus productos, la empresa los llamó códigos QR siglas que nacen de las palabras Quick Response, ya que el creador aspiraba a que el código permitiera que su contenido se leyera a alta velocidad.

A los códigos QR se les puede denominar como la evolución de los códigos de barras ya que permiten el almacenamiento de una mayor cantidad de información, ya no solo en un texto plano sino que puede llegar a ser un contenido multimedia, así también es muy tolerante a errores por lo que permite una lectura más rápida de su contenido.

Los QR se utilizaron en sus inicios para registrar repuestos de automóviles y control de inventarios. Actualmente la implantación de programas que decodifican los códigos QR en

Smartphone, han logrado desarrollar nuevos usos orientados a brindar información de un bien o servicio adjunto al código QR, de esta forma librando al consumidor de la molesta tarea de ingresar las direcciones webs de manera manual.

Los código QR son usados a nivel mundial, en Europa y Asia se han popularizado por el uso que las empresas comerciales y de servicios les han dado para brindarles información multimedia más detallada de sus productos a sus clientes. Actualmente los QR en el continente Americano están en una etapa de introducción, es por este motivo que el presente estudio está dirigido a profundizar más en el conocimiento para el uso y aplicabilidad de los QR en la cartografía específicamente, ya que no existe un antecedente de uso de esta tecnología (Estrada, 2012).

2.2 Estudios relacionados

2.2.1 El uso de los metadatos para el desarrollo de un modelo de interoperabilidad para las infraestructuras de datos espaciales

Este estudio propone un modelo de interoperabilidad basado en los metadatos para las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), un método para crear automáticamente metadatos y una metodología que permite analizar la interoperabilidad aportada por los mismos. Los metadatos son una pieza fundamental para las IDE; catalogan la información geográfica (IG), describen sus características, la calidad, las condiciones, etc. y permiten las funciones: localizar, evaluar, acceder y explotar la IG. La interoperabilidad es un objetivo esencial para que se comparta, coopere, comunique e

intercambio IG en las IDE. La formulación de modelos de interoperabilidad permite analizar el comportamiento de los sistemas desde distintos enfoques o niveles. La carencia de modelos de interoperabilidad aplicados a las IDE, de estudios que analicen la interoperabilidad proporcionada por los metadatos y de métodos de creación automática de metadatos, constituyen los objetivos de investigación de esta tesis (Manso, 2009).

El modelo de interoperabilidad propuesto para las IDE estudia los niveles definidos en los modelos aplicados a los sistemas, por considerarlos un caso particular de ellos, y un nivel adicional para tratar los aspectos legales y de las organizaciones. En este contexto de los modelos de interoperabilidad basados en los metadatos, parece necesario disponer de un método original que facilite la creación automática de metadatos y de una metodología que permita analizar la interoperabilidad proporcionada por los mismos. El método propuesto para crear automáticamente metadatos estructura el proceso de compilación y tratamiento de la información, compone y almacena el metadato estandarizadamente y puede integrarse en los flujos de trabajo de la IG. El análisis de la interoperabilidad que proporcionan los metadatos según la norma ISO-19115 ha permitido interpretarlos desde un punto de vista alternativo al tradicional basado en funciones (Manso, 2009).

2.2.2 Estudio del código QR para el desarrollo de los planes de marketing y publicidad en las empresas del sector comercial de la ciudad de Guayaquil, Ecuador

La investigación se basó en el estudio de los códigos QR como una nueva herramienta de publicidad, marketing y masificación de información, aplicable en empresas comerciales y de servicios sean estas públicas o privadas (Estrada, 2012).

Las investigaciones realizadas demostraron que existen en el Ecuador los elementos necesarios de hardware y software, así también el mercado potencial necesario para el desarrollo y aplicabilidad de esta tecnología (Estrada, 2012).

En el Ecuador ya se puede observar que diferentes marcas ya utilizan los QR como una herramienta para atraer la curiosidad de los potenciales usuarios, pero también existe por parte del mercado un desconocimiento en la forma acceder a la información que guardan los QR. En países desarrollados el uso y aplicación de los códigos QR por parte de empresas comerciales o de servicios no es una novedad, tanto así que empresas transnacionales como de gaseosas entre otras ya los usan para sus campañas de marketing (Estrada, 2012).

Los resultados de las investigaciones señalan, realizar campañas publicitarias basadas en QR para aprovechar el constante aumento en el uso de teléfonos inteligentes, para brindarle al usuario un mensaje publicitario que cause impacto visual y auditivo beneficioso para los intereses de la empresa (Estrada, 2012).

2.2.3 Tarjeta Médica por Código QR

Esta investigación tiene su origen en la búsqueda de un método que brindará la

facilidad, a un médico, para obtener de manera sencilla información de un paciente que ha sufrido un accidente de tránsito y poder actuar así con mayor rapidez ante la situación (Collaguazo, 2015).

Es de conocimiento general que la mayoría de veces cuando se acude a un hospital, centro de salud o clínica, el primer requisito para ser atendidos por un médico es conocer nuestra historia clínica, información que tarda un tiempo relativamente significativo en ser recolectada si es la primera vez que acude a ese lugar. Sucede lo mismo cuando una persona es llevada por emergencias a un hospital a causa de haber sufrido un accidente de tránsito. Esto genera la necesidad de acceder a dicha información de manera que se reduzcan el tiempo empleado y que a su vez garantice la integridad de los datos (Collaguazo, 2015).

Este trabajo brinda una solución al conflicto planteado y representa una innovación en el mercado nacional, además de beneficiar a las personas que quieran ser parte de este sistema (Collaguazo, 2015).

2.3 Definición del problema

La cartografía es una ciencia que es adoptada en muchas disciplinas pero muchos usuarios omiten el proceso de creación de metadatos.

La carencia de uso de metadatos en la cartografía es un problema que hoy en día se vuelve

muy común, al haber cada vez más generadores de cartografía y usuarios de información geográfica, se crean a diario datos espaciales que se almacenan de forma desorganizada por lo que se desconoce su fin, su objetivo y duplican esfuerzos y a la vez recursos.

Los instrumentos cartográficos se actualizan constantemente según las necesidades que surgen, cada vez se ven más herramientas auxiliares a la materia como por ejemplo: geoportales, software y herramientas dedicadas al análisis geoespacial y publicación de la misma, entre otros. Lo que no se ha actualizado últimamente es la presentación simple de los metadatos.

La saturación de la información mostrada en los mapas impresos es un problema tanto técnico como de estética y por tanto se resume el contenido al mínimo posible.

La carencia de herramientas tecnológicas que simplifiquen la presentación de la información cartográfica y divulgación de sus metadatos está generando gran flujo de información en desorden.

2.4 Justificación

El uso de códigos QR en la cartografía facilitará el proceso de divulgación y socialización de los metadatos en los productos cartográficos.

La cartografía necesita modernizarse constantemente, se debe de tomar en cuenta la tecnología existente y explotarla en la materia. Continuamente se debe buscar, soluciones a

problemas pero también se debe buscar la manera de innovar y la implementación de un código QR en la cartografía permitirá modernizar la presentación y divulgación de sus metadatos.

Existen muchas herramientas que no son explotadas a totalidad, la cartografía es un campo bastante amplio y existen muchos materiales para hacer de esta más interactiva.

Este tipo de tecnología tiene múltiples ventajas tanto para los usuarios como para los que crean y comparten información, simplificando los pasos de introducción de caracteres en una simple fotografía que capta el código y lo lee.

Este trabajo pretende demostrar la utilidad de la tecnología QR en la cartografía, sus usos e implicaciones, todo esto servirá para mejorar la presentación de la información espacial y los mapas en sí, también auxiliará a quienes necesiten más información de un mapa impreso o digital.

El código QR es una herramienta utilizada por muchas disciplinas, implementarlo en la cartografía es un paso importante ya que permite no saturar el mapa de información y con el código permite visualizar y personalizar la información, así como obtener información de quién, cómo, cuándo, por qué, con qué, para qué, de la información. Además la presentación de metadatos en los productos cartográficos representa un ahorro de tiempo y de recursos.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Agrimensura

Parte de la topografía que determina las superficies agrarias y los límites de los terrenos (MARTÍN LÓPEZ, 1997).

3.2 Base de Datos Geográficos

Representación o modelo de la realidad territorial. Contiene datos sobre posición, atributos descriptivos, relaciones espaciales y tiempo de las entidades geográficas, las cuales son representadas mediante el uso de puntos, líneas, polígonos, volúmenes o también por medio de celdas (CAUVIN et al., 2007).

3.3 Cartografía

Ciencia que estudia el trazado de la representación de la Tierra sobre un plano, tanto de forma total como parcial (Institut Cartogràfic i Geologic de Catalunya, 2007).

3.4 Cartografía Digital

Proceso de elaboración de cartografía mediante software informático de edición y representación. Esto permite la generación de archivos de información geográfica de base que facilitan la obtención de otros documentos cartográficos y su actualización posterior, como así también su adecuación para servir de soporte a la creación de sistemas de información geográficas (Institut Cartogràfic i Geologic de Catalunya, 2007).

3.5 Catalogación cartográfica

Es el método para organizar de manera adecuada la información cartográfica o referente a la misma. Existen varios métodos para realizarla adecuadamente (CAUVIN et al., 2010).

3.6 Código QR

El código QR (Quick Response Code) fue creado en 1994 por la compañía japonesa Denso-Wave. En sentido literal, se refiere a una respuesta rápida que expresa el concepto original de los inventores para el desarrollo del código, cuyo enfoque se dirige a “lectura de alta velocidad” (QRcode.com 2010).

3.7 Fotogrametría

Conjunto de métodos y de operaciones que permiten la confección de mapas y planos, incluso la determinación de la tercera dimensión, a partir de fotografías estereoscópicas. Como sinónimo complementario tiene Restitución Fotogramétrica. Nota: Según se basa en fotogramas obtenidos desde un avión o desde tierra se llaman, respectivamente, fotogrametría aérea o fotogrametría terrestre (FRANCO REY, 1999).

3.8 Geoserver

Un servidor de código abierto escrito en Java que permite a los usuarios compartir y editar datos geoespaciales. (Geoserver.org, 2017)

3.9 Imagen de satélite

Imagen elaborada a partir de información captada por un sensor instalado en un satélite (GONZAGA AGUILAR, 2014).

3.10 Inventario de mapas

Enumeración, generalmente en forma de lista, de documentos cartográficos de una

colección o un fondo cartográfico (JOLY, 1982).

3.11 Leyenda

Resumen explicativo de los símbolos convencionales de un mapa o diagrama destinado a facilitar su lectura que se presenta en los cajetines laterales del plano o mapa junto con otras especificaciones importantes como podrían ser el norte o la escala (MARTÍN LÓPEZ, 1997).

3.12 Mapa

Representación convencional, generalmente plana y de posiciones relativas, de fenómenos concretos o abstractos localizables en el espacio y que se elabora según una escala y una proyección (MARTÍN LÓPEZ, 1997).

3.13 Metadato

La definición más concreta de los metadatos es “datos acerca de los datos” y sirven para suministrar información sobre los datos producidos. Los metadatos consisten en información que caracteriza datos, describen el contenido, calidad, condiciones, historia, disponibilidad y otras características de los datos (CAUVIN et al., 2010).

3.14 Ortofotografía

Documento fotográfico que se obtiene a partir de las fotografías aéreas en las que se les ha corregido las deformaciones perspectivas de la imagen y se ha restituido la imagen del terreno según una proyección ortogonal vertical (CAUVIN et al., 2010).

3.15 PgAdmin

Entorno de escritorio visual libre y de código abierto. Permite conectarse a bases de datos PostgreSQL que estén ejecutándose en cualquier plataforma. (PostgreSQL.org 2018)

3.16 PHP

Acrónimo recursivo en inglés de PHP Hypertext Preprocessor (preprocesador de hipertexto), es un lenguaje de programación de propósito general de código del lado del servidor originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico (Php.net 2001).

3.17 PostGis

Es un módulo que añade soporte de objetos geográficos a la base de datos objeto-relacional PostgreSQL, convirtiéndola en una base de datos espacial para su utilización en Sistema de Información Geográfica (PostGIS.net 2020).

3.18 PostGresSQL

Es un sistema de gestión de bases de datos relacional orientado a objetos y libre, publicado bajo la licencia PostgreSQL (PostgresSQL.org 2018).

3.19 Servidores Web

Es un programa informático que procesa una aplicación del lado del servidor, realizando conexiones bidireccionales o unidireccionales y síncronas o asíncronas con el cliente y generando o cediendo una respuesta en cualquier lenguaje o Aplicación del lado del cliente (KRAAK, 2010).

3.20 Servidores Web Cartográficos

Provee cartografía a través de la red tanto en modo vectorial como con imágenes (KRAAK, 2010).

3.21 Sistemas de Coordenadas

Es un sistema que utiliza uno o más números (*coordenadas*) para determinar unívocamente la posición de un punto (Enviromental Systems Research Institute, 2016).

3.22 Sistema de Coordenadas Geográficas

Son un sistema de coordenadas que permite que cada ubicación en la Tierra sea especificada por un conjunto de números, letras o símbolos (Enviromental Systems Research Institute, 2016).

3.23 Sistema de Coordenadas Proyectadas

Se define sobre una superficies plana de dos dimensiones. (Enviromental Systems Research Institute, 2016).

3.23.1 UTM

Es un sistema basado en la proyección cartográfica de Mercator, sus unidades son los metros a nivel del mar, que es la base del sistema de referencia (Enviromental Systems Research Institute, 2016).

3.23.2 GTM

Por sus siglas, significa Guatemala Transversa de Mercator, es una proyección creada para Guatemala en una única zona, la creación de esta se dio para resolver el problema que existe al utilizar la proyección UTM que consistía en obtener los datos en dos zonas (15 y 16). Las especificaciones técnicas de esta proyección fueron creadas para que los datos representados en esta, quedaran entre la zona 15 y 16 de la proyección UTM (IGN, 2019).

3.24 Sistema de información geográfica

Conjunto de programas y de bases de datos informatizados que permiten almacenar, modificar y relacionar cualquier tipo de información espacial y estadística. Abreviadamente: SIG (CAUVIN et al., 2010).

3.25 SQL

Structured query language es el es el medio estándar para la consulta de bases de datos relacionales (EISENBERG et al., 2003).

3.26 WMS

Web Map Service o Servicio de mapas en la web que produce mapas en formato imagen a la demanda para ser visualizados por un navegador web o en un cliente simple (KRAAK, 2010).

IV. MARCO REFERENCIAL

4.1 Aspectos institucionales

4.1.1 SINIT-SEGEPLAN

En el marco del Sistema Nacional de Planificación (SNP) relacionado al desarrollo del país de acuerdo a lo expresado en el Plan K'atun, las políticas públicas y los planes de desarrollo municipal y ordenamiento territorial, la Unidad del Sistema Nacional de Información Territorial (Sinit) gestiona información geográfica y estadística de las dinámicas sociales, demográficas, económicas y ambientales. El Sinit, también enfoca sus esfuerzos para producir y sistematizar la información estadística, demográfica y de desarrollo, siguiendo las orientaciones de la Política de Desarrollo Social y Población, en coordinación con el Instituto Nacional de Estadística. En este aspecto, la Secretaría General de Planificación -SEGEPLAN- es receptora de dicha información y la pone a disposición de todas aquellas instituciones y personas que la requieran por medio del geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de Guatemala IDE-Guatemala, de acceso libre (SEGEPLAN, 2018).

La SEGEPLAN ha impulsado el establecimiento de la Infraestructura de Datos Espaciales de Guatemala (IDEG) desde el año 2010 de igual manera ha compartido la visión de la construcción de nodos tecnológicos para la conformación de la IDE Guatemala por medio de talleres y asesorías técnicas, a instituciones públicas y académicas como el Instituto Geográfico Nacional (IGN), Ministerio de Agricultura

Ganadería y Alimentación (MAGA), Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y la Universidad de San Carlos de Guatemala con sus representantes de la Facultad de Agronomía (FAUSAC), Centro Universitario de Oriente, Centro Universitario de Occidente, entre otros. El concepto de la IDEG ha sido implementado en varias instituciones y, hoy día Guatemala cuenta con alrededor de ocho geoportales sirviendo información geográfica del país, apoyando de esa manera, la toma de decisiones para el desarrollo (SEGEPLAN, 2018).

La Segeplán impulsa la gestión de la información geográfica enfocada a los procesos de planificación y ordenamiento municipal. Entre esta información se encuentra el ranking de la gestión municipal, cartográfica prediseñada, así como capas geográficas de diversos temas disponibles en el geoportal de la IDE Guatemala y, por medio de geoservicios enfocados a técnicos en sistemas de información geográfica (SIG) (SEGEPLAN, 2018).

4.1.2 Instituto Geográfico Nacional –IGN–

El Instituto Geográfico Nacional, Ing. Alfredo Obiols Gómez -IGN- es una dependencia del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación; de carácter técnico científico, rector y proveedor de productos y servicios, que elabora y garantiza la información geográfica y cartográfica confiable para la investigación, planificación y monitoreo, para el desarrollo del país a nivel público y privado (IGN, 2019).

El -IGN- como ente rector de la información geoespacial de Guatemala, posee estándares para el almacenamiento de la información y uno de estos requerimientos son los metadatos, incluir los datos de los datos en lo recolectado y archivado es de suma importancia (IGN, 2019).

4.1.3 SIG-CUNORI

El Sistema de Información Geográfica del Centro Universitario de Oriente (SIG-CUNORI), es un laboratorio que levanta y desarrolla información geográfica para todo el oriente del país (véase figura 1). En este laboratorio se genera información tanto de estudiantes como de profesionales y el mismo sirve de apoyo a la carrera de Ingeniería en Administración de Tierras. (Generalidades del SIG-CUNORI (entrevista). Chiquimula, Guatemala, CUNORI, Cabrera, 2019)

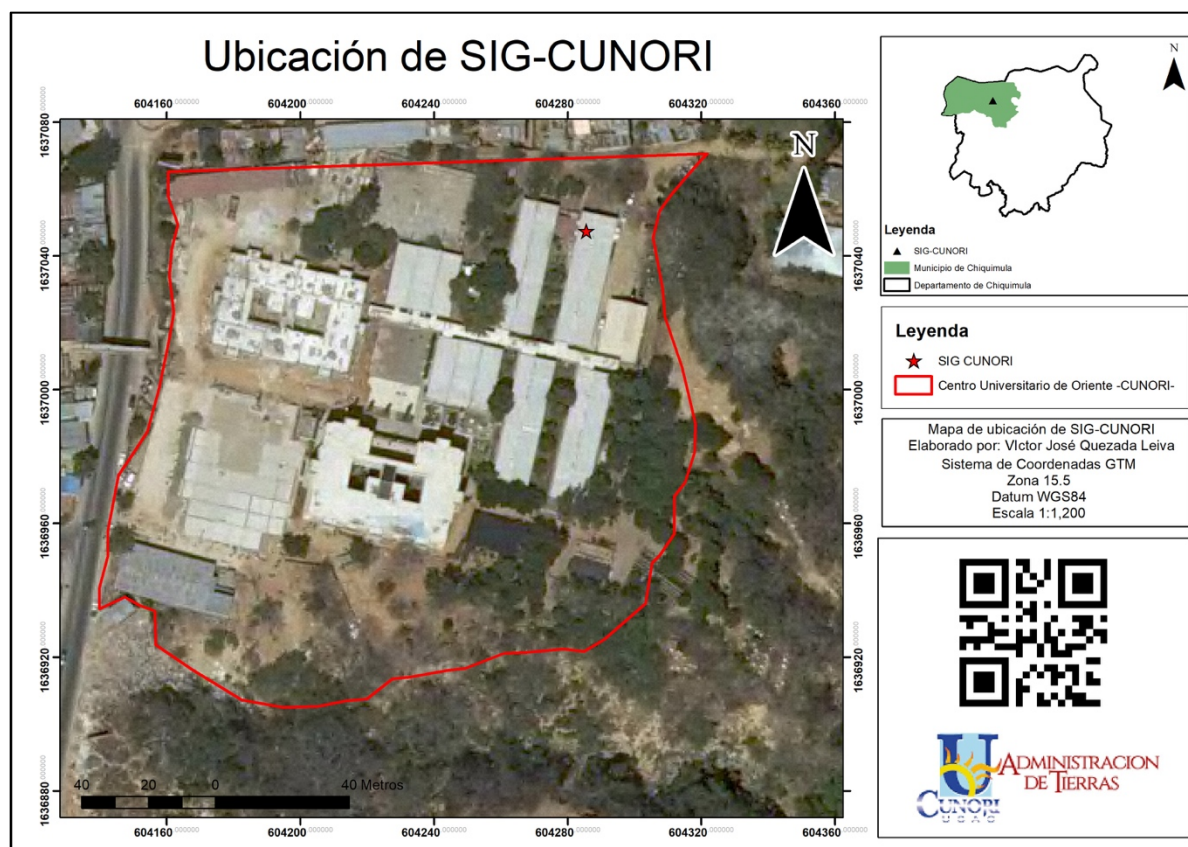


Figura 1: Mapa de Ubicación de SIG CUNORI

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Aspectos técnicos sobre metadatos cartográficos

4.2.1 Norma Internacional ISO 19115-1:2014

La Norma Internacional ISO 19115-1:2014 “Geographic Information – Metadata — Part 1: Fundamentals” tiene como objetivo proporcionar un modelo para describir información o recursos que pueden tener una extensión geográfica. Esta norma define, de forma general:

- - Elementos de metadatos
- - Propiedades de metadatos
- - Relaciones entre los elementos

- - Terminología, definiciones y procedimientos para la extensión (ISO 19115- 1:2014)

4.2.2 Comité Técnico de Normalización de Información Geográfica

Para la elaboración de normas técnicas nacionales así como la adopción de normas técnicas regionales e internacionales se realiza a través de los comités técnicos de normalización CTN. Estos comités lo conforman todas las partes interesadas (sector público, sector privado, la academia, el sector científico, los consumidores y la comisión guatemalteca de normas) en la materia que trata la norma (MINECO, 2019).

El CTN inició sus labores con la finalidad de liderar acuerdos voluntarios entre los diferentes productores y usuarios, sobre aspectos de especial relevancia para la comunidad de Información Geográfica (IG) que garanticen el soporte a procesos relacionados con la toma de decisiones económicas y sociales del país: métodos, herramientas y servicios para la administración de datos geográficos, así como la adquisición, procesamiento, análisis, acceso, precisión y transferencias mediante diferentes formas digitales y no digitales entre diferentes usuarios, sistemas y ubicaciones. Este comité es constituido por las principales entidades productoras y usuarias de información geográfica en el país (MINECO, 2019).

4.2.3 COGUANOR NTG ISO 19115

La Comisión Guatemalteca de Normas - COGUANOR es el organismo nacional de normalización, adscrito al Ministerio de Economía, según Ley del Sistema

Nacional de la Calidad decreto 78-2005 del Congreso de la República. La principal función de COGUANOR es desarrollar actividades de Normalización que contribuyan a mejorar la competitividad de las empresas nacionales y elevar la calidad de los productos y servicios que dichas empresas ofertan en el mercado nacional e internacional. Su ámbito de actuación abarca todos los sectores económicos. Las normas técnicas que COGUANOR elabora, publica y difunde, son de observancia, uso y aplicación voluntarios (MINECO, 2019).

El resurgimiento de la conciencia de la importancia de la geografía y del cómo se relacionan espacialmente las cosas, junto con el progreso de la tecnología electrónica, han causado una expansión mundial en el uso de la información geográfica digital y de los sistemas de información geográfica. Cada vez más individuos de una amplia gama de disciplinas más allá de las ciencias geográficas y de la tecnología de la información, son capaces de producir, enriquecer y modificar información geográfica digital. Dado que el número, la complejidad y la diversidad de los conjuntos de datos geográficos crecen, aumenta la importancia de un método para proporcionar un correcto entendimiento de todos los aspectos relacionados con este tipo de datos (MINECO, 2019).

Los datos geográficos digitales constituyen un intento de modelar y describir el mundo real para el análisis y la visualización gráfica de la información en una computadora. Cualquier descripción de la realidad es siempre una abstracción, parcial y es solo una de las muchas posibles "visiones". Esta visualización gráfica o modelo

del mundo real no es un duplicado exacto, algunas cosas son aproximadas, otras están simplificadas y algunas otras ignoradas. En raras ocasiones hay datos perfectos, completos y correctos. Los supuestos y limitaciones que afectan a la creación de los datos tienen que estar completamente documentados para asegurar que dichos datos no se utilicen mal. Los metadatos permiten a un productor de información geográfica describir completamente un conjunto de datos de modo que los usuarios puedan entender los supuestos, limitaciones y puedan evaluar la aplicabilidad del conjunto de datos para el uso pretendido (MINECO, 2019).

El objetivo de esta Norma Internacional es proporcionar una estructura para describir los datos geográficos digitales. Se pretende que esta Norma sea usada por analistas de sistemas de información, planificadores de programas y desarrolladores de sistemas de información geográfica y otros, para entender los principios básicos y los requisitos globales para la normalización de la información geográfica. La Norma define elementos de metadatos, proporciona un modelo y establece un conjunto común de terminología, definiciones y procedimientos de ampliación para metadatos (MINECO, 2019).

Esta norma internacional define metadatos de propósito general en el campo de la información geográfica. Metadatos más detallados para tipos de datos geográficos y servicios geográficos se definen en otras normas de las series ISO 19100 y en extensiones de usuario, todo esto con el fin de ser usado en el país bajo la verificación de los estándares internacionales (MINECO, 2019).

V. MARCO METODOLÓGICO

5.1 Ojetivos

5.1.1 General

Contribuir a la implementación de metadatos en la cartografía y datos geográficos mediante la herramienta del código QR para facilitar su uso, comprensión y divulgación.

5.1.2 Específicos

- a. Identificar los métodos y normas de organización de metadatos según estandarización del Instituto Geográfico Nacional de Guatemala.
- b. Diseñar un sistema tecnológico de estructuración y organización de metadatos geográficos.
- c. Desplegar los metadatos mediante la incorporación de código QR en productos cartográficos generados por el Sistema de Información Geográfica del CUNORI.

5.2 Análisis y descripción de la normativa de metadatos cartográficos establecida por el Instituto Geográfico Nacional de Guatemala

Se desarrolló una entrevista directa al personal del IGN competente en el ámbito de

manejo de metadatos y catalogación cartográfica. Se buscó la manera de obtener la mayor cantidad de información relevante, así como: metodologías del manejo de archivos geoespaciales, herramientas de catalogación cartográfica y normativa técnica de metadatos (Vease apéndice 1).

Con la información obtenida, se analizó la normativa que se utiliza actualmente y los elementos que integran cada metadato, esto con la finalidad de identificar que herramientas se pueden integrar y los elementos a tomar en cuenta para el diseño del sistema. Según el Instituto Geográfico Nacional los metadatos son requeridos en las entidades estatales, nacionales e internacionales, así como la Agencia Espacial de Estados Unidos, requieren metadatos de la información en un formato distinto, siempre cumpliendo con la norma internacional ISO 19115.

Una vez analizados los elementos que conformaron los metadatos, se procedió a elaborar un perfil detallado de las propiedades de cada elemento que cumpla los requerimientos obligatorios de la Norma Técnica Guatemalteca ISO 19115. Teniendo creado el perfil, se procedió a la personalización en el diseño del sistema a elaborar.

5.3 Diseño del sistema tecnológico de estructuración y organización de metadatos geográficos

Se diseñó un sistema de información, el cual se desarrolló utilizando herramientas tecnológicas para el desarrollo ágil del sistema que ayude a gestionar la herramienta para dar

soporte a la cartografía, mediante las fases descritas a continuación.

5.3.1 Análisis

La fase de análisis consistió en obtener los requerimientos detallados del funcionamiento del sistema de información.

a) Factibilidad Operacional

Se verificó que el técnico SIG contara con los conocimientos requeridos para la operación del sistema.

b) Factibilidad Técnica

Se comprobó que se cuenta con el equipo requerido para su debido funcionamiento, los requisitos mínimos son: ordenador, servidor y conexión a internet, los cuales son provistos por la carrera de Administración de Tierras.

c) Factibilidad Económica

Se corroboró que el equipo es completamente funcional y el software que se usará es de código libre, por lo que no representa ningún gasto de inversión y/o mantenimiento.

5.3.2 Diseño

Realizado el estudio de las 3 factibilidades se determinó que el sistema es factible operacional, técnica y económicamente, se procedió a diseñar el sistema de

información, el cual fue una fase de traducción de los objetivos específicos a procesos operativos, los cuales reflejaron el funcionamiento del sistema de información.

a) Diseño de base de datos

Para el diseño de la base de datos, fue necesario modelar los datos en entidades las cuales fueron relacionadas para garantizar la integridad de la información que generará el sistema de información.

- **Diseño conceptual**

Consistió en la identificación de entidad, sus atributos y relaciones.

- **Diseño lógico**

El proceso de diseño lógico fue la traducción del esquema conceptual en un diagrama de entidad-relación donde se establecieron las entidades, se identificaron los dominios de cada atributo y sus características con sus respectivas llaves primarias.

- **Diseño físico**

Se utilizó una herramienta de uso libre que permitió gestionar las bases de datos con lenguaje SQL: PostgreSQL. Se utilizó el software PgAdmin III, el cual permitió crear, modificar y mantener la base de datos, con el objetivo de administrar el sistema gestor de base de datos

PostgreSQL.

b) Diseño de interfaz gráfica

Teniendo ya la etapa de diseño terminada se realizó el diseño de interfaz gráfica, en donde se puso toda la información de forma ordenada y de simple uso, esta puede visualizarse por cualquier explorador de internet, utilizando una interfaz que se adapte a cualquier dispositivo.

5.3.3 Desarrollo

Anteriormente, terminados los procesos se desarrolló del sistema, en el cual se utilizó el lenguaje PHP, pero específicamente con la herramienta auxiliar PHPMaker, haciéndolo de manera sencilla la inserción de registros, ediciones, privacidad de usuarios, entre otros.

5.3.4 Prueba

En esta fase se ingresaron los metadatos de la información geográfica contenida en los últimos 5 mapas generados por el SIG-CUNORI, para comprobar que el sistema funcione correctamente.

5.3.5 Implementación

Probado el sistema se implementó en la infraestructura actual de SIG-CUNORI para ser utilizado.

5.4 Incorporación de código QR en productos cartográficos Impresos y/o digitales

Se instaló en el SIG-CUNORI para su uso regular por todos los estudiantes y

profesionales que laboran en el Centro. Se realizó la inserción de un código QR generado con el sistema en la cartografía de forma digital e impresa que dio lugar a la actualización de la información mostrada en un mapa ya impreso o una imagen que esté publicada en la web. Se analizó el lugar adecuado de incorporación del código en los mapas tanto impreso como digital y también se analizaron los diferentes parámetros para la incorporación del código QR. Se determinó que el lugar adecuado para el código es en la parte inferior derecha, cerca de los logotipos para no distraer la atención de la información que muestra el mapa. Debe mantenerse el color negro en el código y el tamaño no debe exceder el mínimo de 500*500 píxeles y el máximo de 3000*3000 píxeles, siempre en formato estándar cuadrado y de 72dpi de resolución mínima. En tamaños de impresión se recomienda 2 cm x 2 cm siendo un mínimo de 12 mm x 12 mm imprimiendo a 300dpi.



Figura 2: Ejemplo de código QR
Fuente: Elaboración propia

Se realizó la prueba del sistema en 3 mapas: uno de ubicación, uno de uso de suelo y uno de influencia o área de aproximación, que según entrevista con el técnico del SIG-CUNORI son los mapas que más demanda tienen por los estudiantes usuarios del mismo (Vease apéndice 2)

5.5 Esquema Metodológico

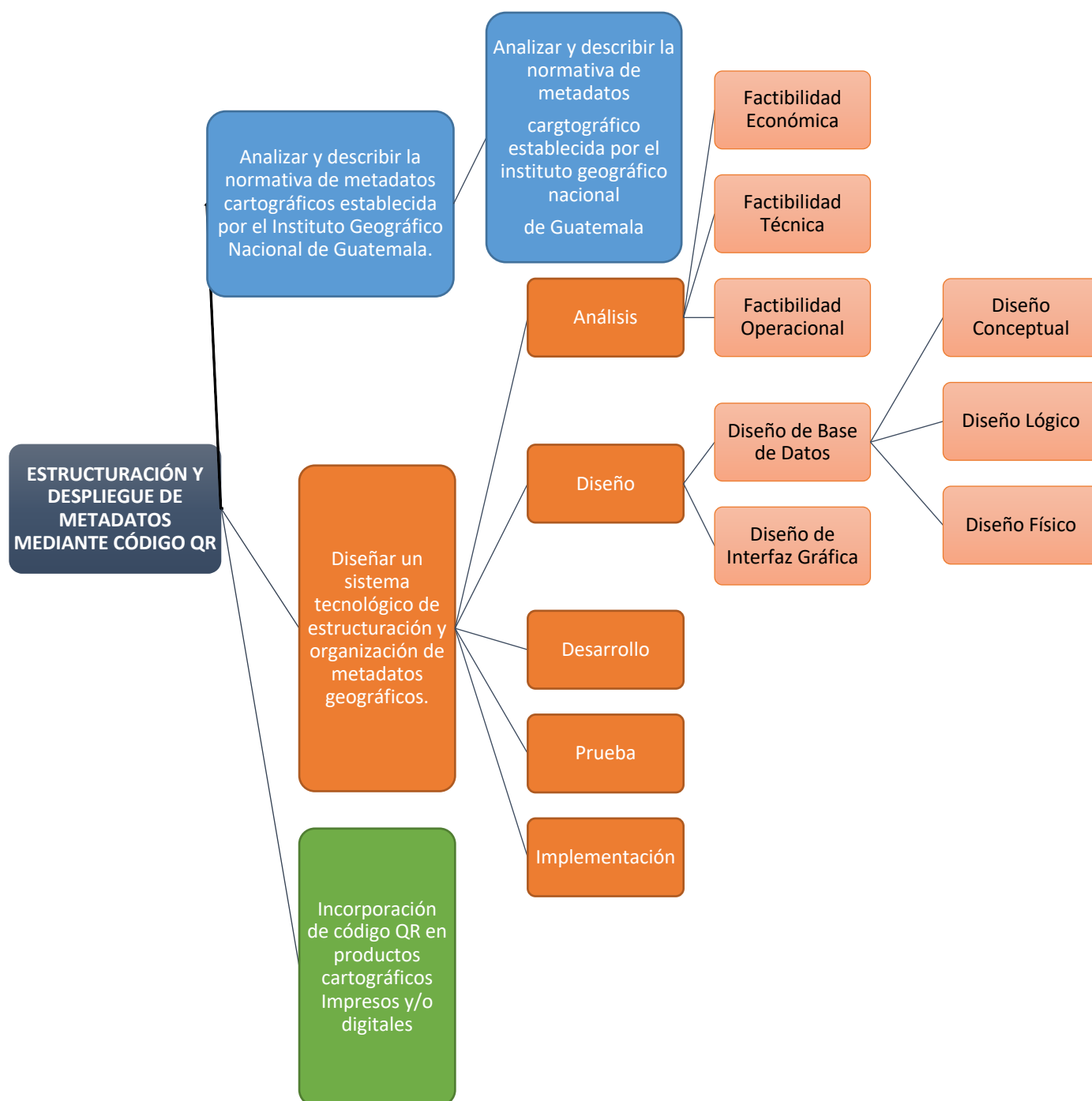


Figura 3: Esquema metodológico
Fuente: Elaboración propia

VI. RESULTADOS

6.1 Perfil de metadatos

Por no existir un perfil oficial de metadatos para uso cartográfico en Guatemala se utilizaron únicamente los metadatos que obliga la norma ISO 19115 (Ver figura 4).

PERFIL DE METADATOS		
PAQUETE	ENTIDAD	DESCRIPCIÓN
1. Identificación	1.1 Título	Un nombre característico y único, por el que se conoce el recurso.
	1.2 Resumen	Se trata de un breve resumen narrativo del contenido del recurso.
	1.3 Tipo	Se entiende por tal el tipo de recurso que describen los metadatos.
	1.4 Localizador	El enlace o enlaces al recurso o el enlace a información adicional sobre el recurso.
	1.5 Identificador	Valor que identifica el recurso de manera inequívoca.
	1.6 Idioma	Idioma utilizado dentro del recurso.
2. Clasificación de Datos y Servicios Espaciales	2.1 Categoría Temática	Un esquema de clasificación de alto nivel que ayuda a la agrupación y a la búsqueda.
	2.2 Tipo de Servicio	Una clasificación que ayuda en la búsqueda de servicios de datos espaciales disponibles.
3. Palabra Clave	3.1 Palabra Clave	Aportará, como mínimo, una palabra clave.
4. Localización Geográfica	4.1 Ubicación	Punto de coordenadas para encontrar la ubicación espacial del recurso utilizado.
	4.2 Datum	Datum geográfico del recurso.
	4.3 Escala	Denominador de la fracción representativa en la cartografía fuente.
	4.4 Sistema de Referencia	Información sobre el sistema de referencia.
	4.5 Proyección	Malla con celdillas espaciadas en un sistema de coordenadas de una proyección.
5. Referencia Temporal	5.1 Fecha de creación	Esta es la fecha de creación del recurso.
	5.2 Fecha de Publicación	Esta es la fecha de publicación del recurso.
	5.3 Fecha de Última Revisión	Esta es la fecha de la última revisión del recurso.
6. Calidad y Validez	6.1 Linaje	Indicador para saber si el recurso ha sido validado.
	6.2 Resolución espacial	La resolución espacial se refiere al nivel de detalle del conjunto de datos.
	6.3 Fuente	Fuente de donde se generó el recurso.
7. Restricciones	7.1 Condiciones aplicables al acceso y uso	Habla de los derechos de autor y el uso del mismo.
	7.2 Restricciones del acceso público	Se trata del recurso y sus limitaciones de uso.
8. Organización Responsable	8.1 Nombre de Responsable	Nombre de la persona encargada del recurso.
	8.2 Institución	Nombre de la institución responsable.
	8.3 E-mail	Correo electrónico del encargado del recurso.
	8.4 Cargo	Cargo que desempeña en la institución.
9. Metadatos sobre Metadatos	9.1 Punto de contacto de los metadatos	Descripción de la organización responsable de la creación y mantenimiento del recurso.
	9.2 Fecha de los metadatos	La fecha que especifica cuando se creó o actualizó el registro del metadato.
	9.3 Idioma de los metadatos	Este elemento es la lengua en la que se expresan los elementos de metadatos.

Figura 4: Perfil de metadatos exclusivo
Fuente: Elaboración propia.

6.2 Sistema tecnológico de estructuración de metadatos y organización de metadatos geográficos

6.2.1 Diseño

Se realizó el proceso de diseño de la base de datos, el modelo conceptual y lógico.

En el modelo conceptual se encuentran 14 de entidades, que en el diagrama se

encuentran con forma rectangular, en forma de rombo simboliza las relaciones, en forma de elipse significa los atributos.

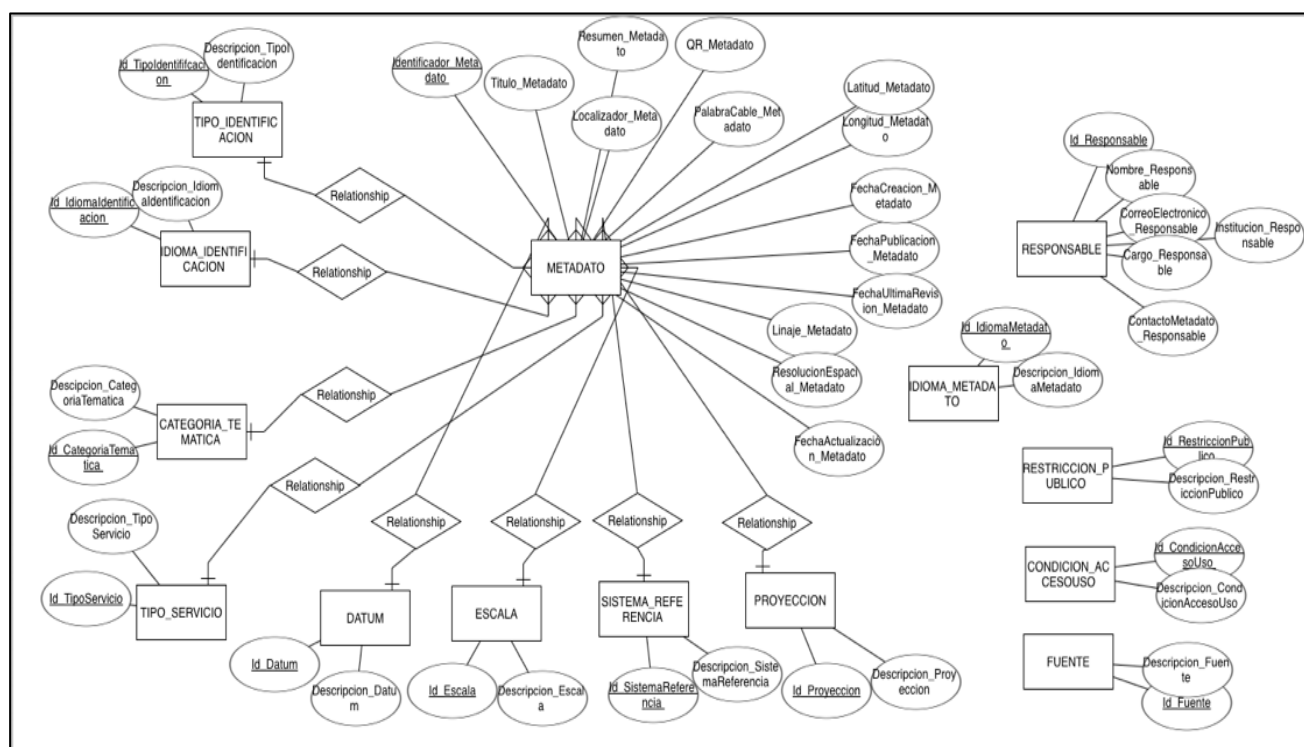


Figura 5: Diagrama conceptual
Fuente: Elaboración propia.

En el modelo lógico se encuentra una relación de uno a muchos y 14 tablas que conforman el diagrama, así como el ID que lleva cada tabla que tiene la función de llave de conexión con la tabla principal.

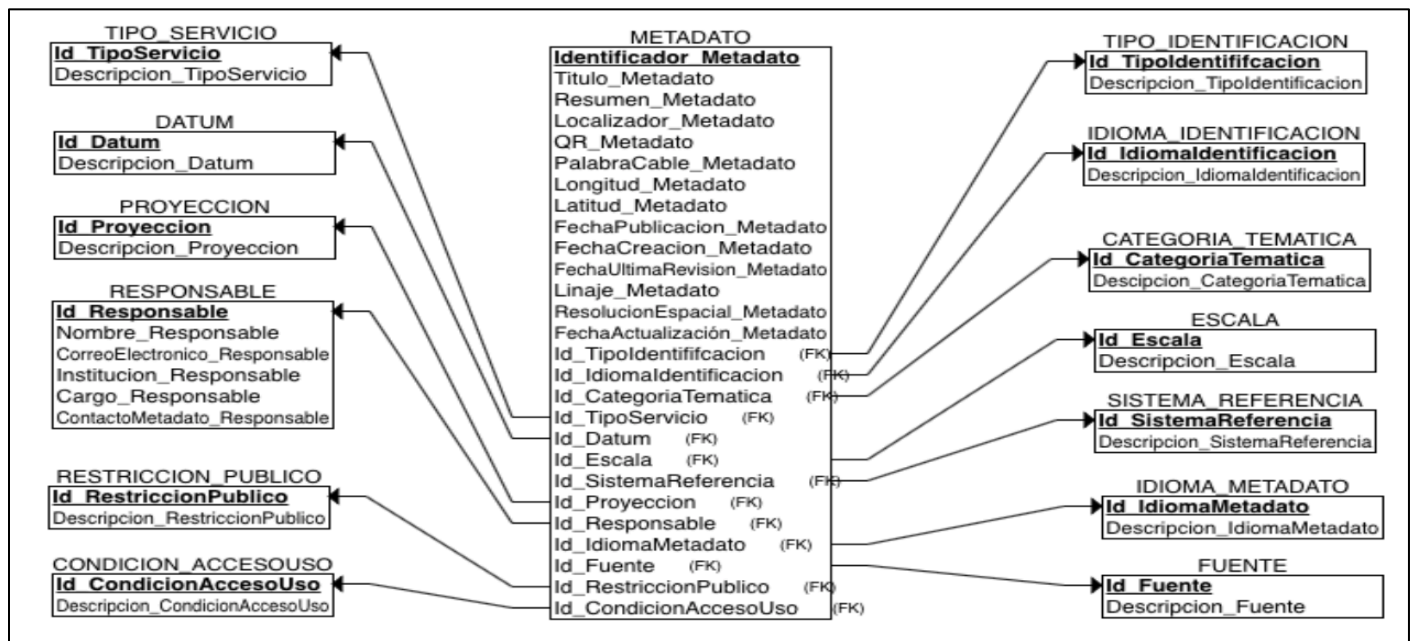


Figura 6: Diagrama lógico
Fuente: Elaboración propia.

6.2.2 Base de datos en Postgres

Se creó la base de datos con la información del perfil de metadatos anteriormente realizada.

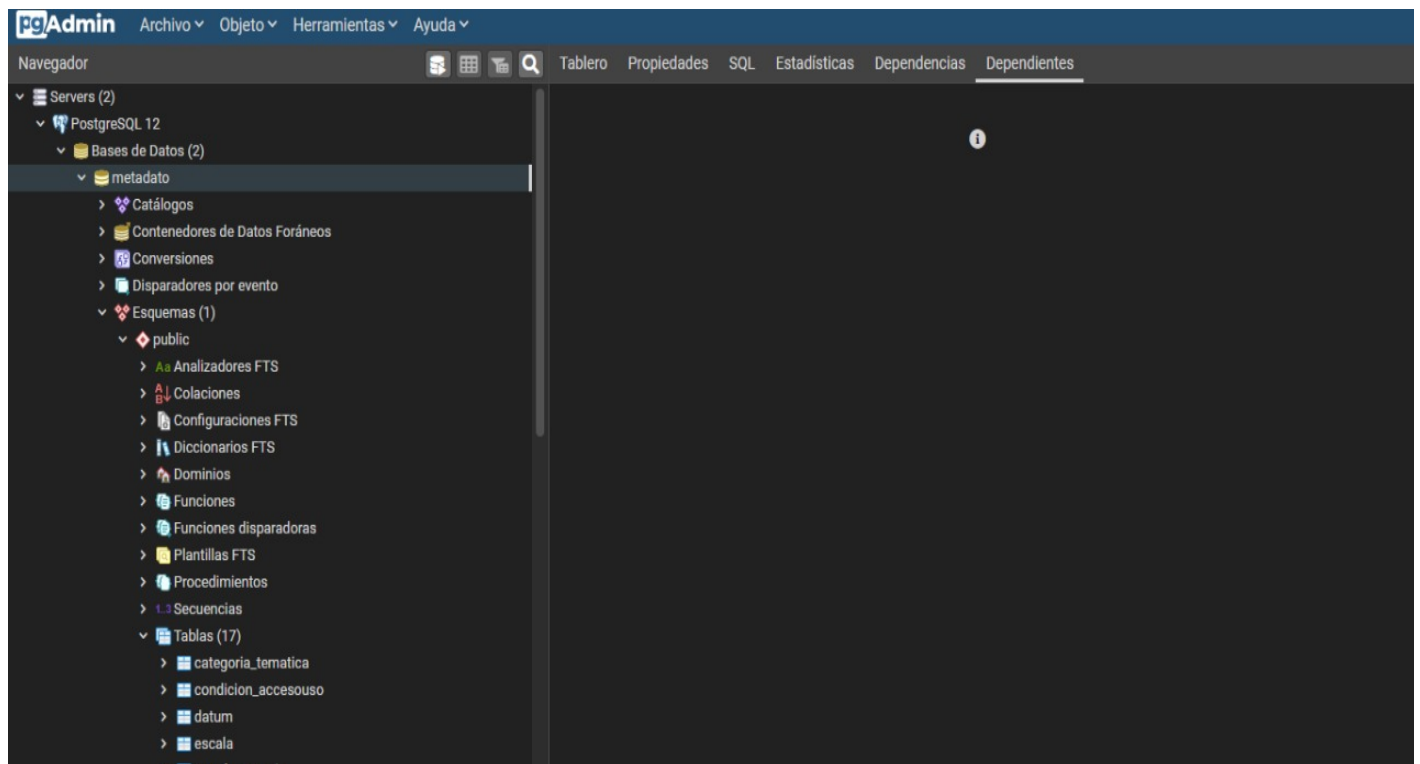
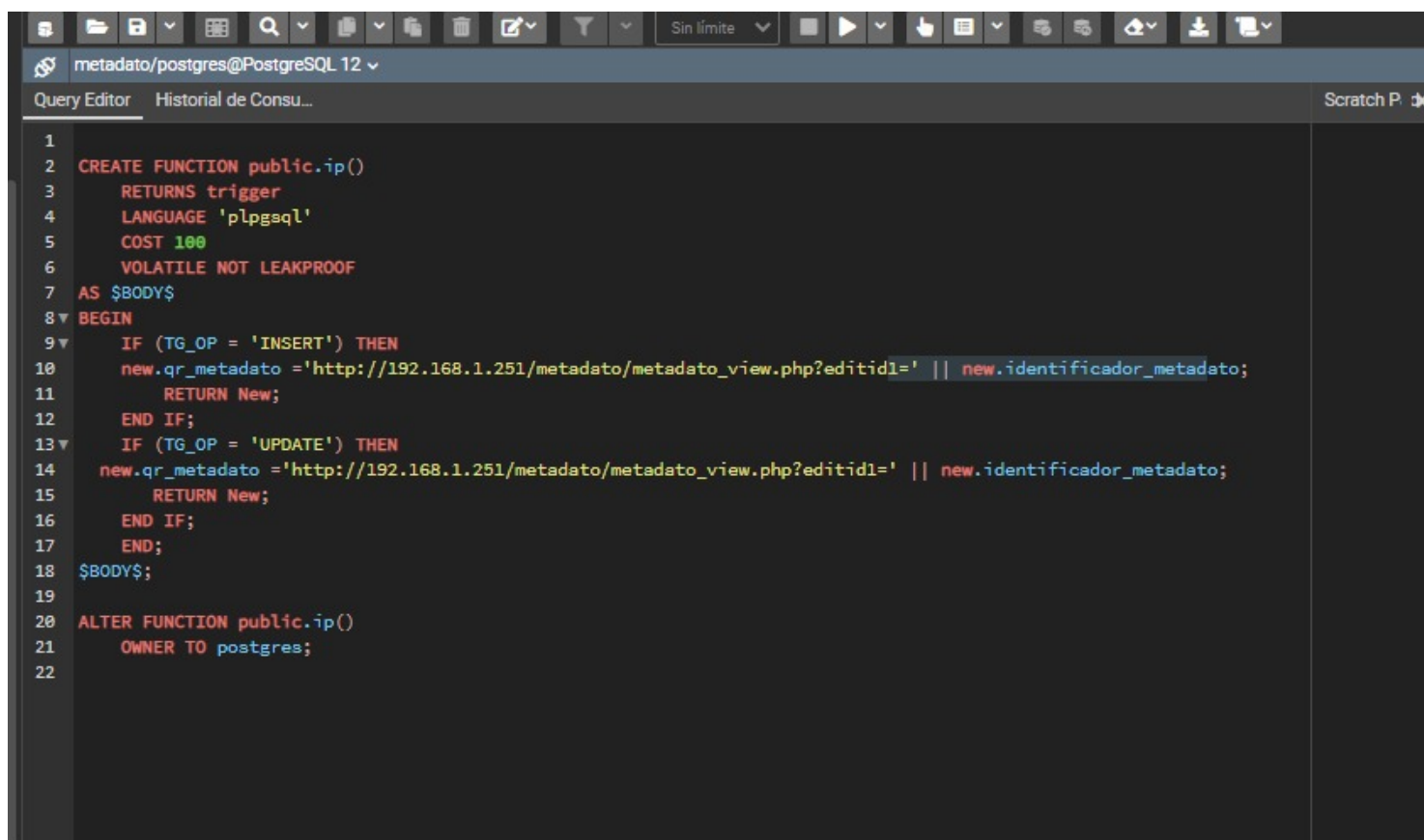


Figura 7: Captura de la base de datos en el programa gestor Postgres
Fuente: Elaboración propia.

6.2.3 Script de redirección del código QR a servidor.

El script de redirección del código QR al servidor es la herramienta que se utilizó para tener el control de los envíos e insertos de los códigos generados.



```

1
2 CREATE FUNCTION public.ip()
3     RETURNS trigger
4     LANGUAGE 'plpgsql'
5     COST 100
6     VOLATILE NOT LEAKPROOF
7 AS $BODY$
8 BEGIN
9     IF (TG_OP = 'INSERT') THEN
10        new.qr_metadato = 'http://192.168.1.251/metadato/metadato_view.php?editid1=' || new.identificador_metadato;
11        RETURN New;
12    END IF;
13    IF (TG_OP = 'UPDATE') THEN
14        new.qr_metadato = 'http://192.168.1.251/metadato/metadato_view.php?editid1=' || new.identificador_metadato;
15        RETURN New;
16    END IF;
17    END;
18 $BODY$;
19
20 ALTER FUNCTION public.ip()
21     OWNER TO postgres;
22

```

Figura 8: Captura de script utilizado para la redirección del código QR
Fuente: Elaboración propia.

6.2.4 Programa utilizado PHP Runner

El programa para editar, crear y modificar código en lenguaje PHP se llama PHPRunner, este software se aplicó para el manejo de dicho lenguaje, en el mismo programa se editaron los permisos de ingreso, la función de generación de códigos QR y la interfaz gráfica de manera simple, clara y rápida.

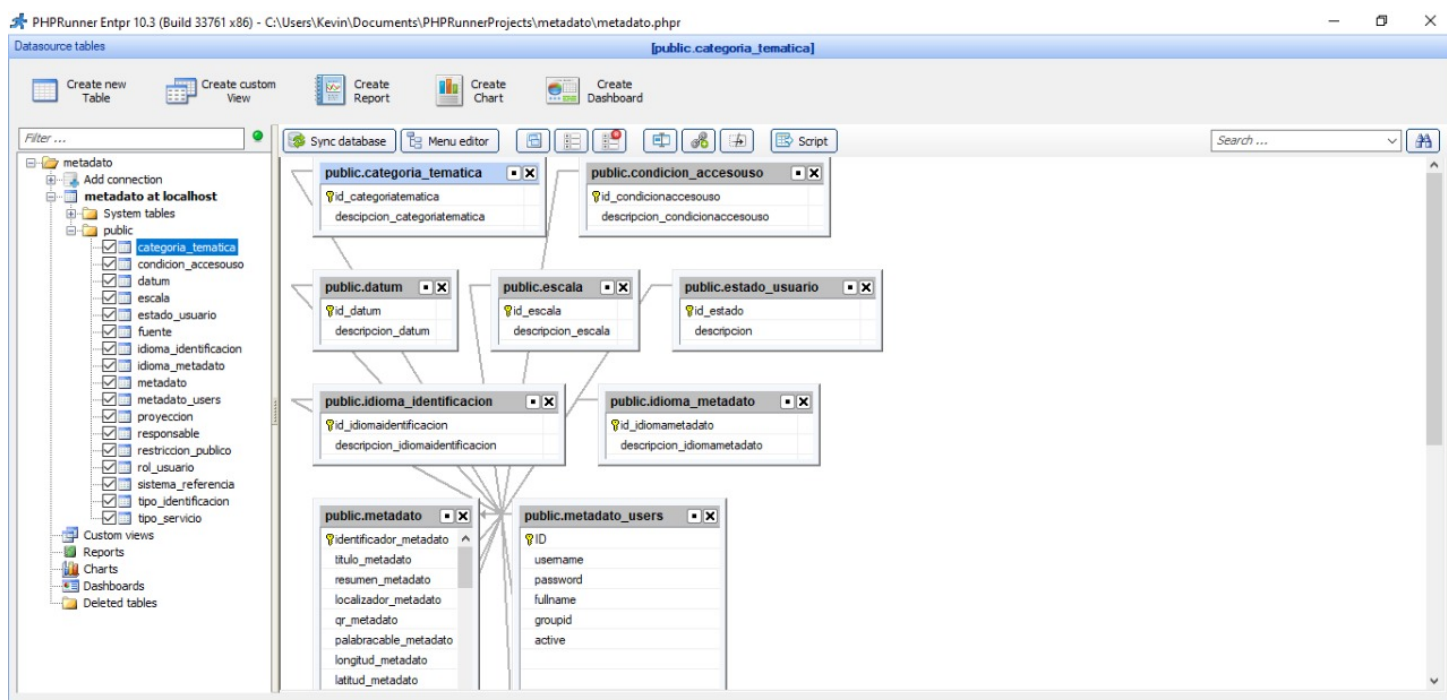


Figura 9: Captura de programa utilizado PHPRunner 10.3

Fuente: Elaboración propia

En el sistema existen varios tipos de usuarios, los cuales tienen distintos permisos para la correcta gestión del mismo, tales como: agregar, ver, modificar, imprimir, exportar, importar. El único que tiene todos los permisos es el usuario “Administrador”, el que tiene algunas características bloqueadas es el usuario “invitado”, el cual solo tiene acceso a los metadatos del sistema al escanear el código QR del material cartográfico a consultar.

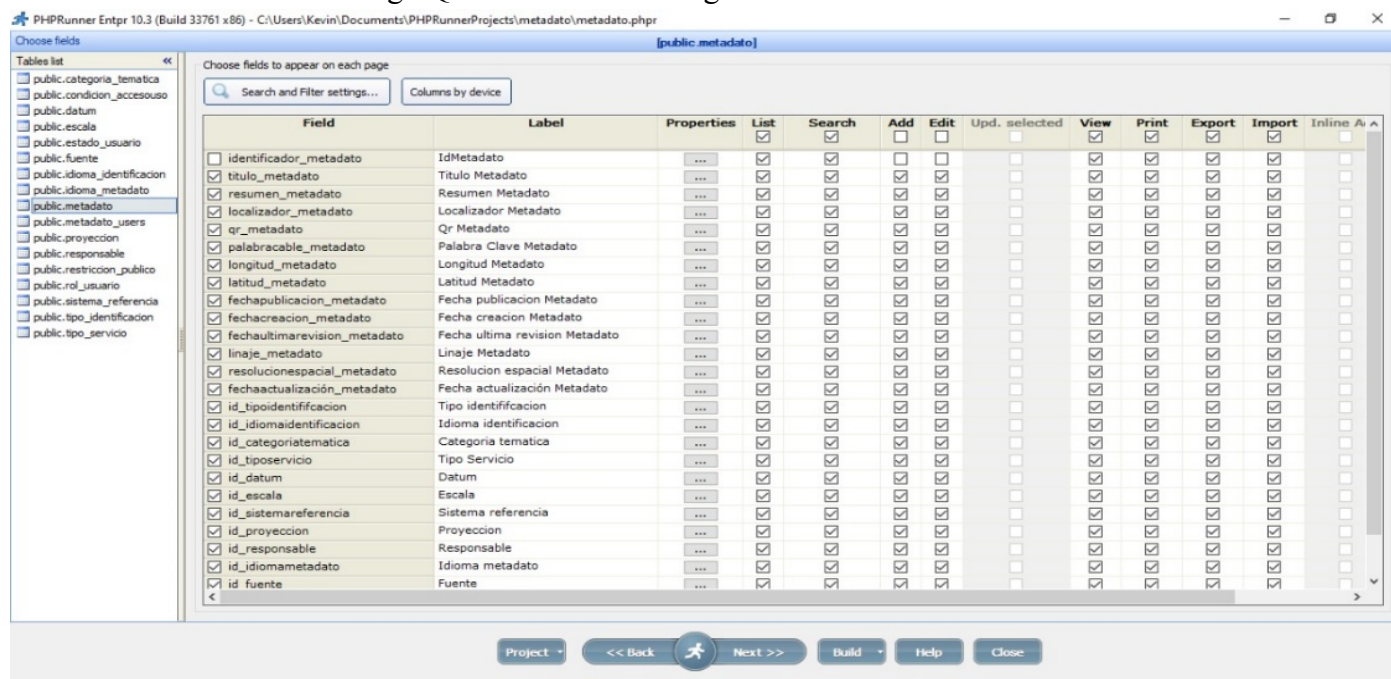


Figura 10: Captura de pantalla de administración de permisos

Fuente: Elaboración propia.


```

1 <?php
2 class ViewQRCode extends ViewUserController
3 {
4     // Optional. Can be deleted
5     public function initUserController()
6     {
7         $myOption = $this->settings["MyOption"];
8         $this->addJSControlSetting("myOpt", "myOpt:".$myOption);
9     }
10
11     // Optional. Can be deleted
12     public function addJSFiles()
13     {
14         $this->AddJSFile("qrcode2.js");
15         $this->AddJSFile("jquery.qrcode.js");
16     }
17
18     public function showDBValue($data, $keylink)
19     {
20         $result = "<span id='qrcode_'. $this->field.' value='". $data[$this->field]."'></span>";
21         return $result;
22     }
23
24     public function getPdfValue($data, $keylink = "")
25     {
26         if( !strlen( $data[$this->field] ) ) {
27             return "";
28         }
29         return my_json_encode( array(
30             "qr" => $data[$this->field],
31             "fit" => 128
32         ) );
33     }
34 }
35
36

```

Figura 11: Código utilizado para generar el código QR

Fuente: Elaboración propia.

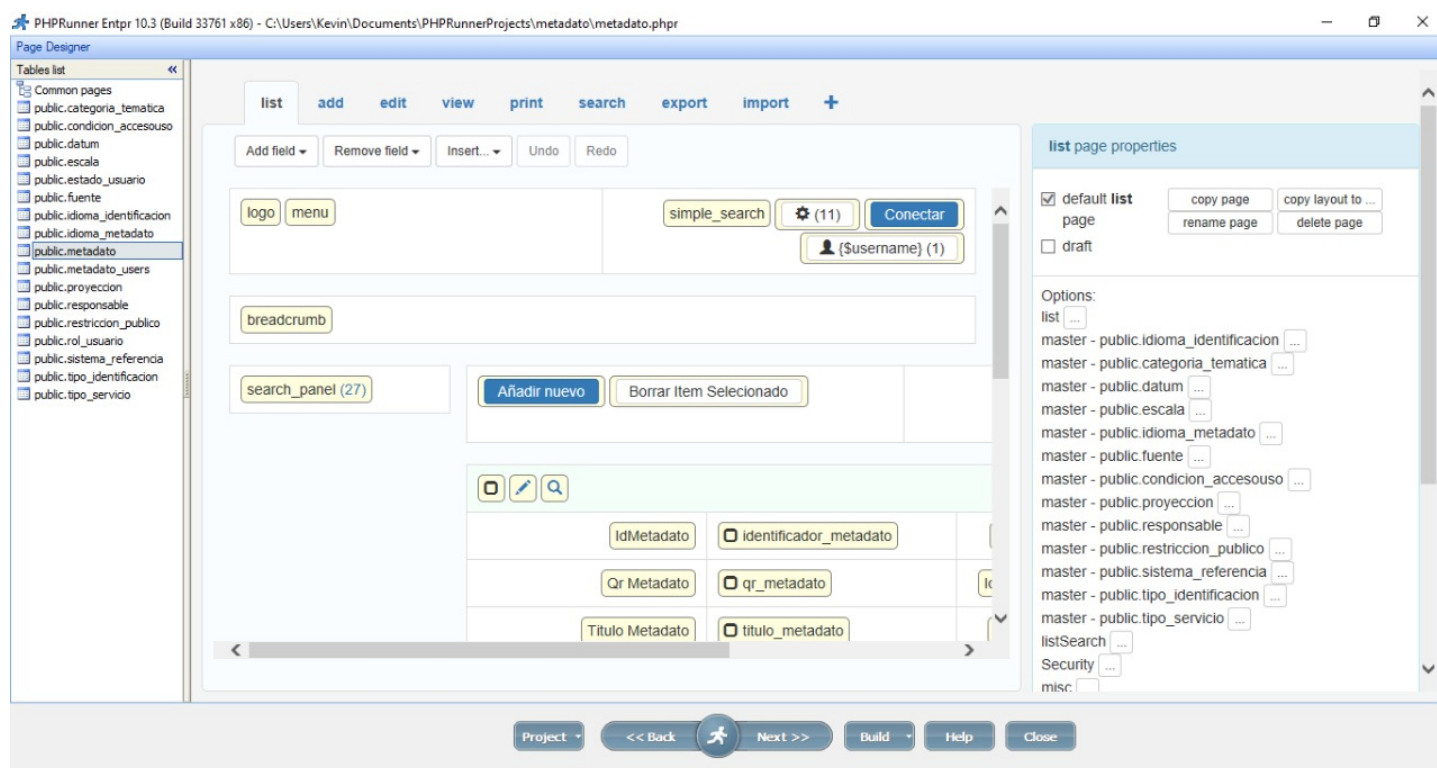


Figura 12: Captura de pantalla de diseño de plantilla en PHP

Fuente: Elaboración propia.

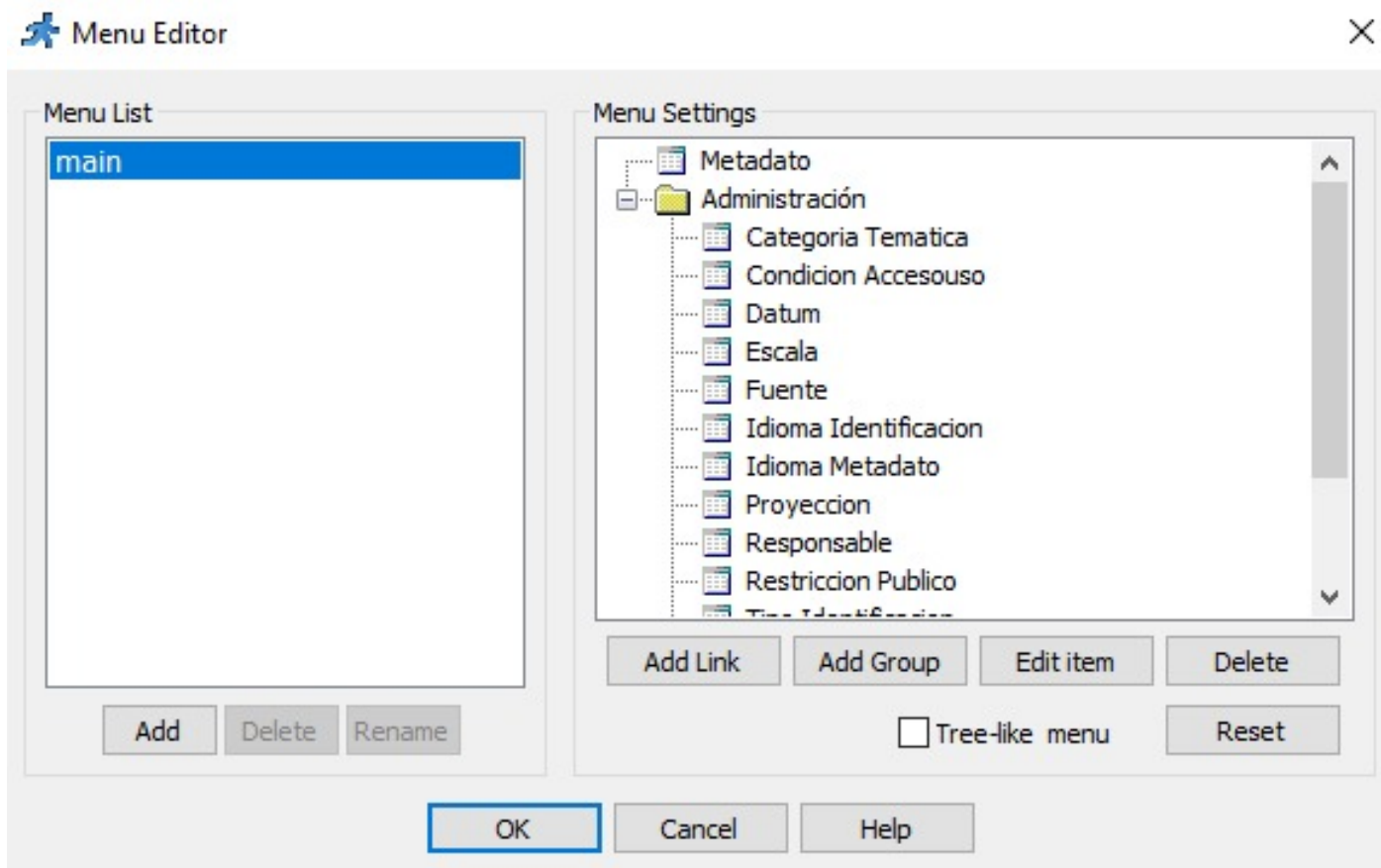


Figura 13: Diseño de menú
Fuente: Elaboración propia.

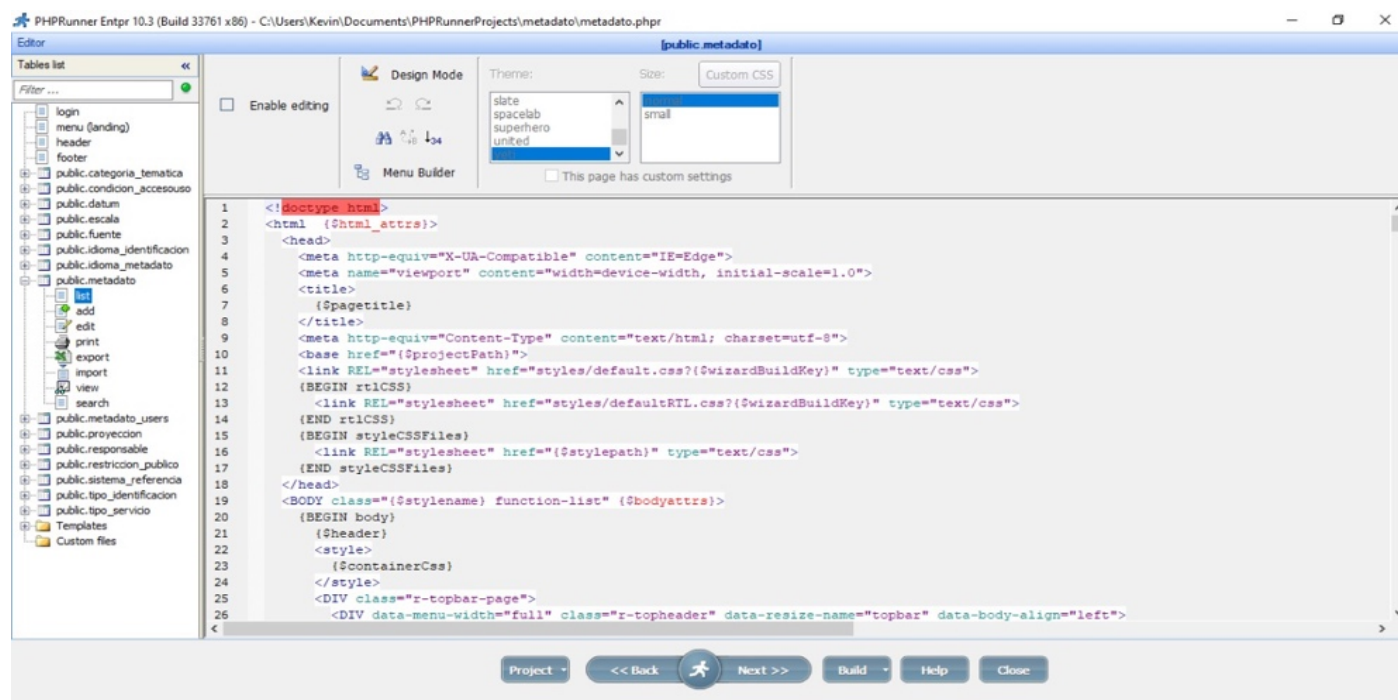


Figura 14: Plantilla en PHP para administración de datos
Fuente: Elaboración propia.

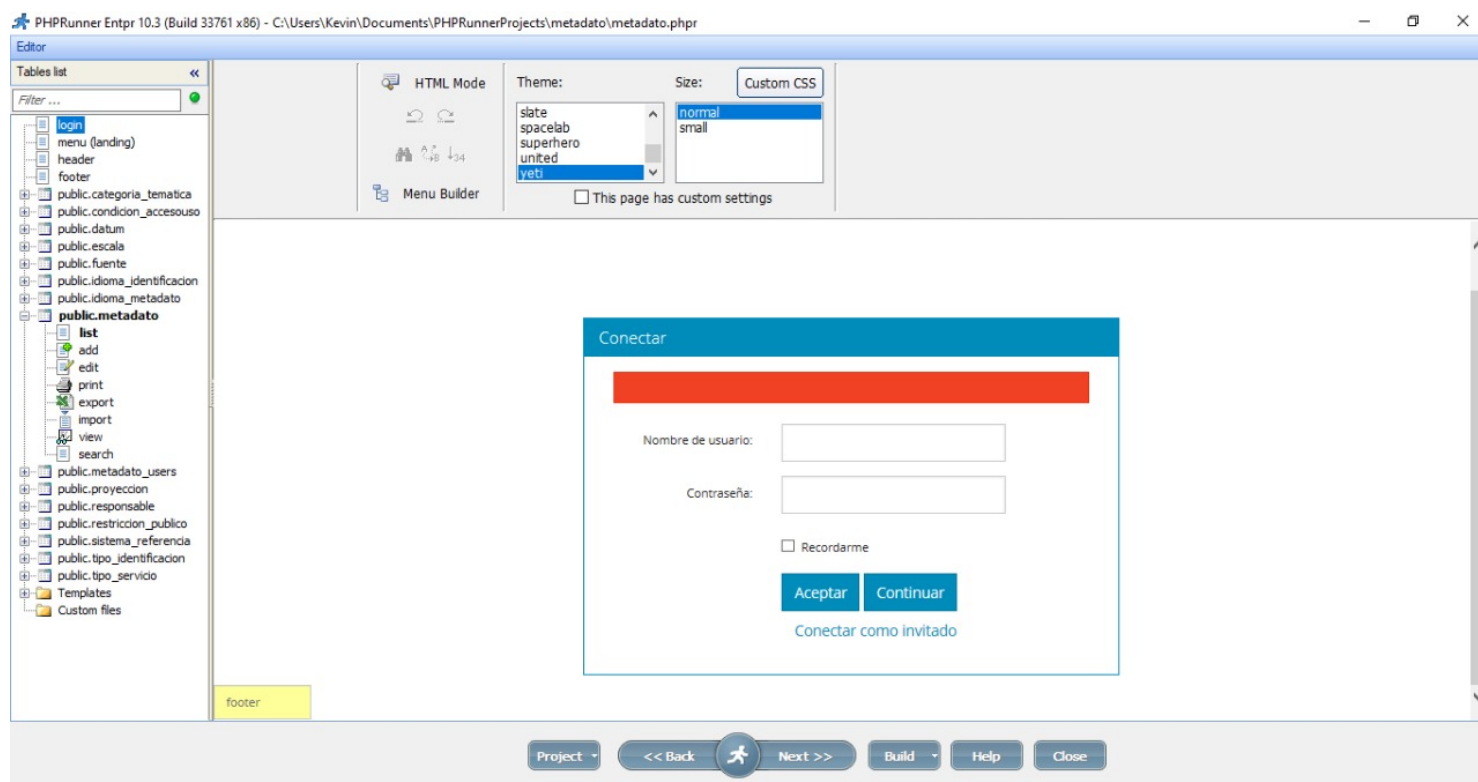


Figura 15: Modo de diseño para ingreso de datos de la página metadatos

Fuente: Elaboración propia.

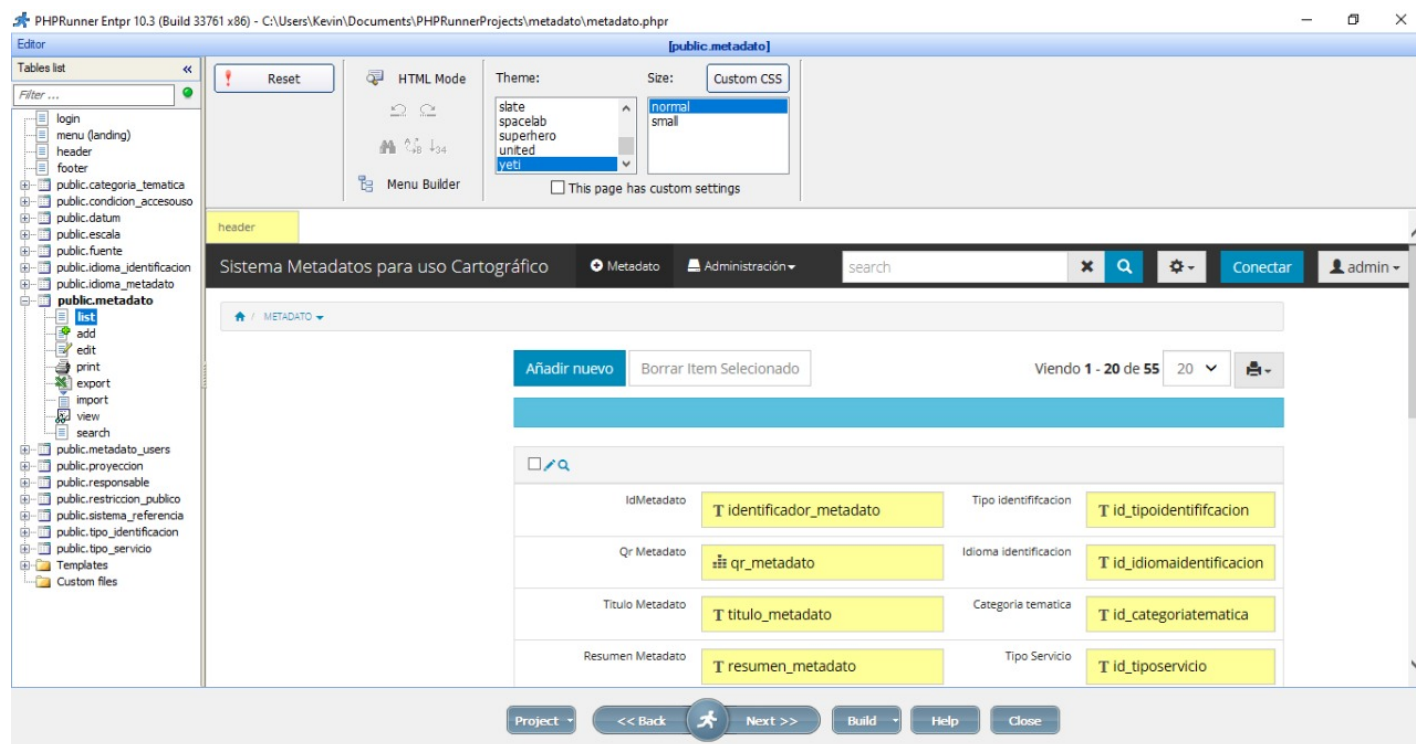


Figura 16: Diseño de login para ingreso al sistema

Fuente: Elaboración propia.

6.2.5 Xampp para administración de PHP

Se utilizó el programa XAMPP para la administración de PHP, donde se gestiona el servidor local para pruebas.

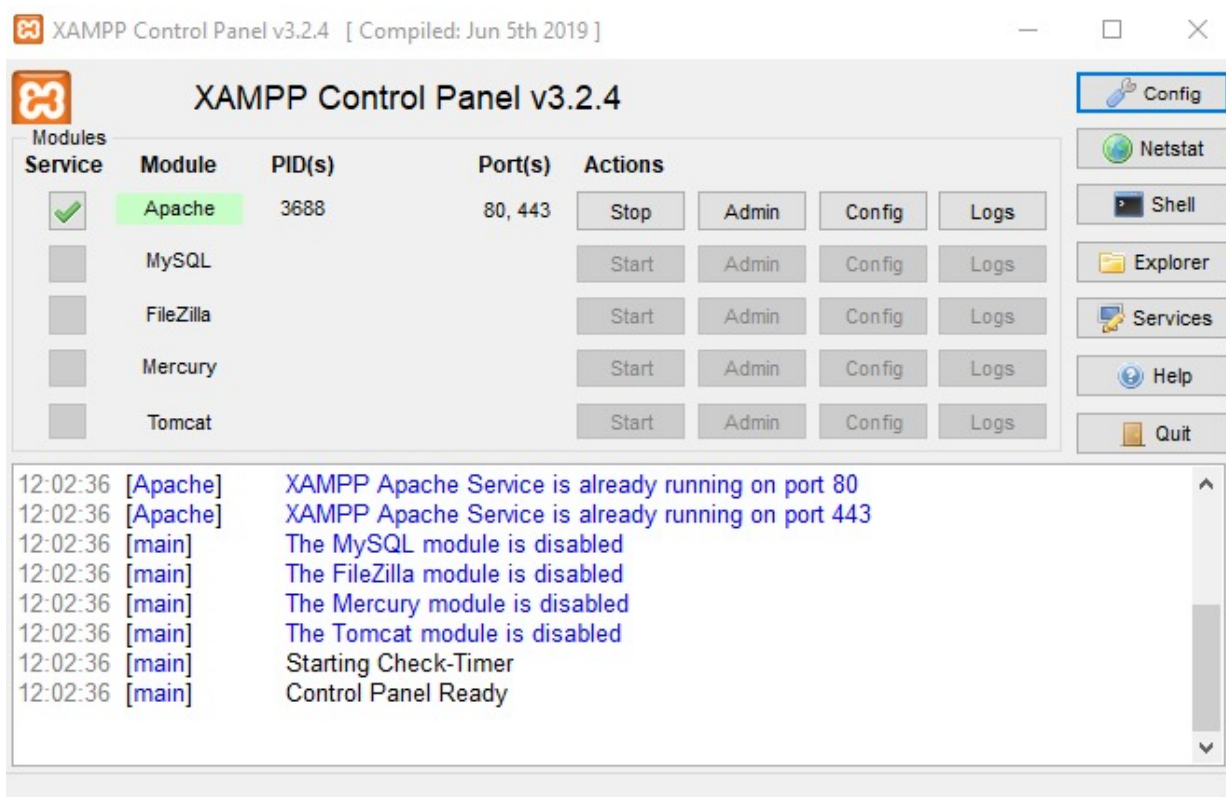


Figura 17: Xampp para administración de PHP

Fuente: Elaboración propia.

6.2.6 Instalación de sistema en servidor local

El sistema esta listo para ser instalado y comenzar su fase de prueba en el servidor de la carrera de Administración de Tierras, así que se instalaron los programas necesarios y se procedió a tener activo el sistema para todo aquel que desee consultarlo, siempre con la condición de tener o su clave de acceso o algún código QR para solo ver los metadatos ingresados.

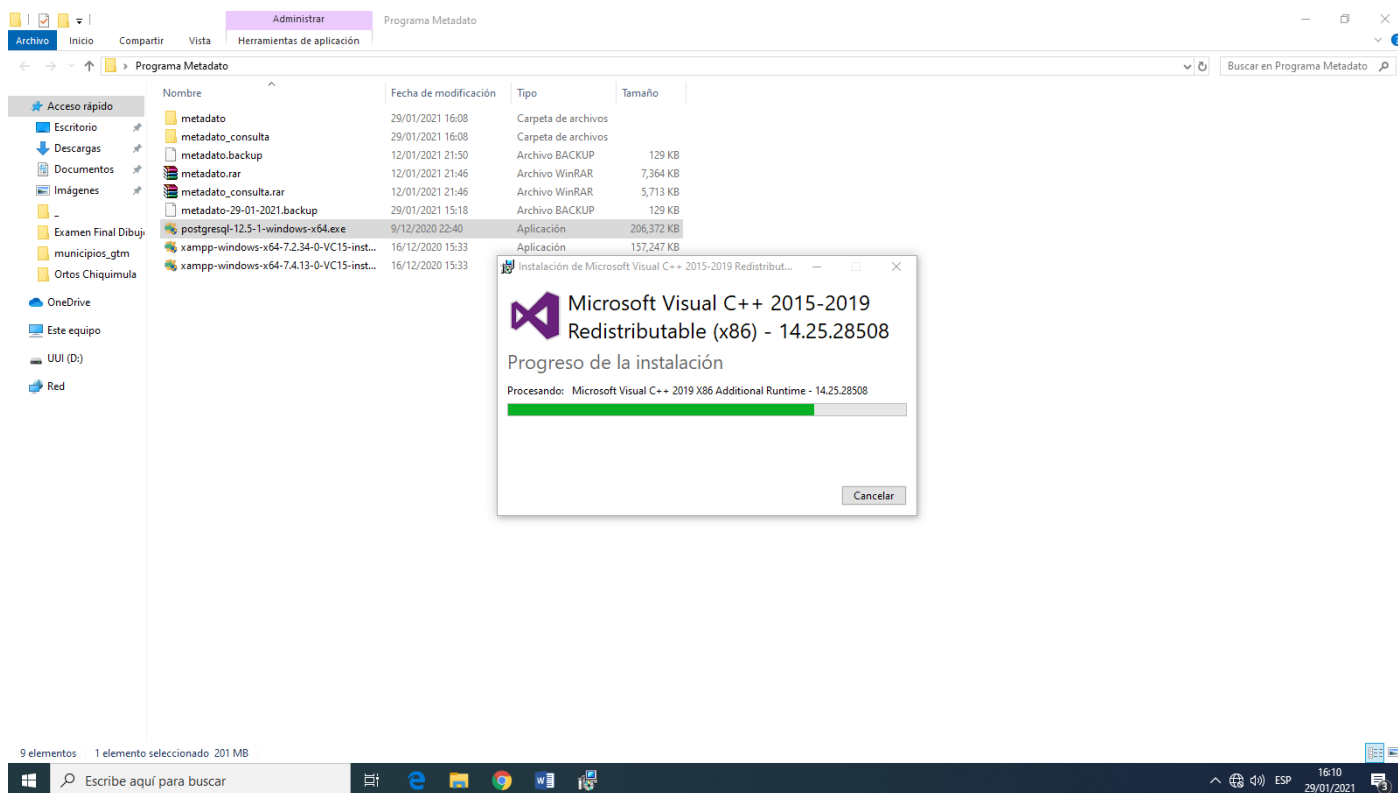


Figura 18: Captura de instaladores a ejecutar, Postgres, PHPRunner y XAMPP

Fuente: Elaboración propia.

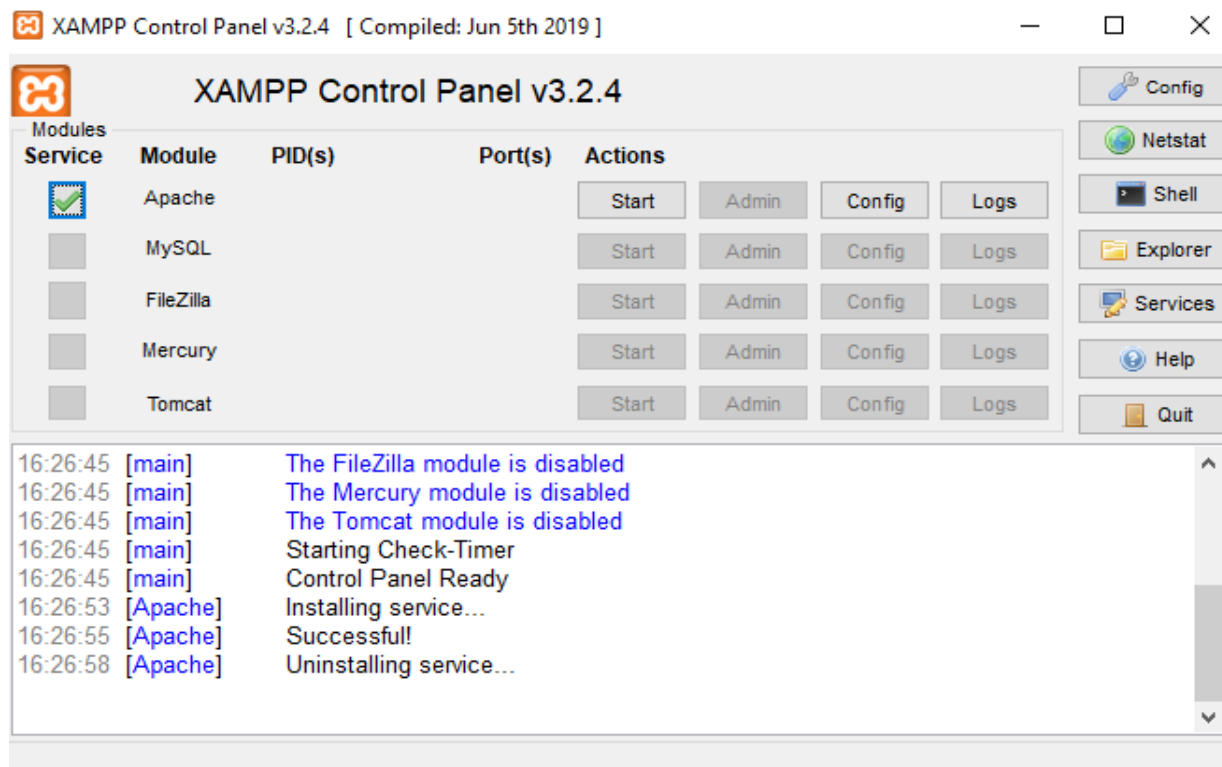


Figura 19: Panel de control de XAMPP

Fuente: Elaboración propia.

6.2.7 Configuración de los programas instalados

Los programas han sido instalados y ahora es momento de ejecutarlos y configurarlos para verificar que todo funcione adecuadamente.

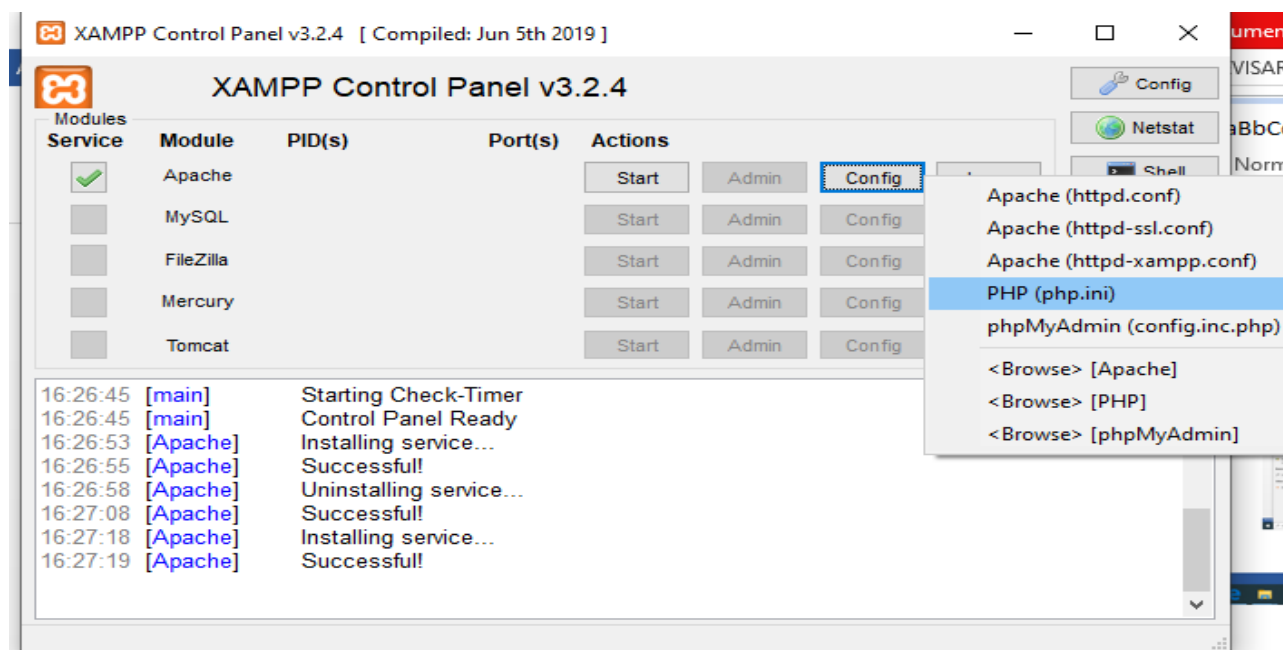


Figura 20: Instalación de PHP en XAMPP
Fuente: Elaboración propia.

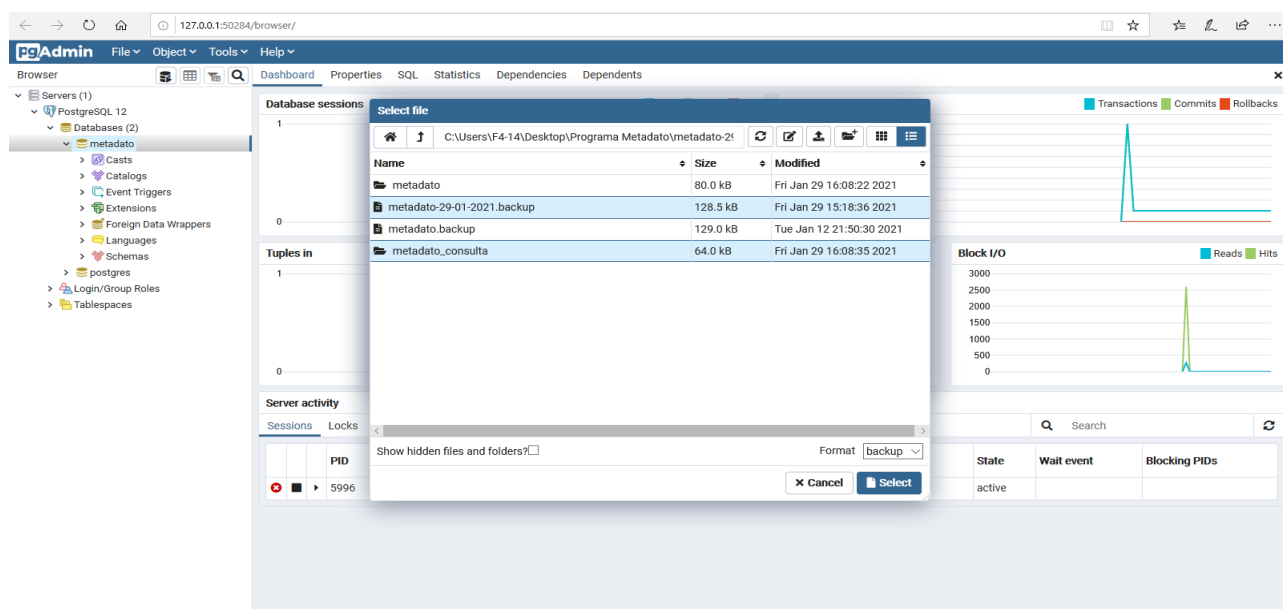


Figura 21: Integración de la base de datos a POSTgres
Fuente: Elaboración propia.

Conectar

Nombre de usuario:

Contraseña:

☐ Recordarme

Aceptar

Figura 22: Página de inicio de sesión del sistema
Fuente: Elaboración propia.

USAC
Sistema de Metadatos


Metadato Administración

buscar

Administrador del Sistema

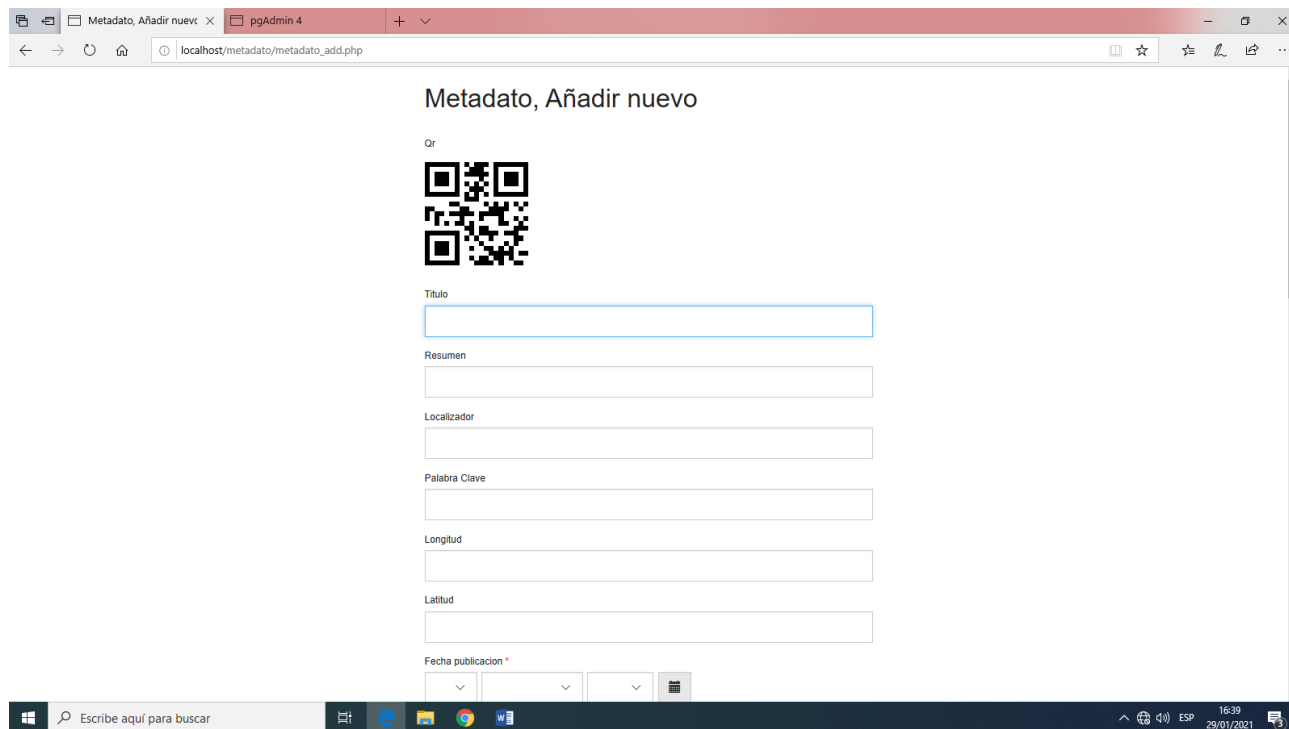
Añadir nuevo Borrar Item Seleccionado

Viendo 1 - 4 de 4 20

Id	4	Tipo identificación	Tipo Identificación
Qr		Idioma identificación	Idioma Identificación
Titulo	Ejemplo4	Categoría temática	Categoría1
Resumen	Ejemplo4	Tipo Servicio	Tipo Servicio
Localizador	aadsf	Datum	Datum
Palabra Clave	sadfa	Escala	Escala
Longitud	15.25	Sistema referencia	Sistema Referencia
Latitud	15.21	Proyección	Proyección
Fecha publicacion	13/12/2020	Responsable	Reponsable1
Fecha creacion	13/12/2020	Idioma	Idioma Metadato
Fecha ultima revision	13/12/2020	Fuente	Fuente
Linaje	asdf	Restriccion publico	Restricción Público
Resolucion espacial	22	Condicion acceso uso	Codicion

http://localhost/metadato/metadato_add.php 13/12/2020

Figura 23: Página que muestra la información de metadatos y el código QR
Fuente: Elaboración propia.



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'localhost/metadato/metadato_add.php'. The page title is 'Metadato, Añadir nuevo'. Below the title, there is a QR code. Underneath the QR code, there are several input fields for metadata: 'Titulo', 'Resumen', 'Localizador', 'Palabra Clave', 'Longitud', 'Latitud', and 'Fecha publicacion'. The 'Fecha publicacion' field has a dropdown arrow. The browser's taskbar at the bottom shows the Windows logo, a search bar with the text 'Escribe aquí para buscar', and several application icons including File Explorer, Chrome, and Word. The system tray on the right shows the time as 16:39 and the date as 29/01/2021.

Figura 24: Captura de pantalla del modo edición/creación de metadatos y código QR
Fuente: Elaboración propia.

6.3 Incorporación de código QR en productos cartográficos impresos y/o digitales

Instalado el sistema se realizó una prueba con 3 mapas, donde se ingresaron sus metadatos y el sistema generó el código QR para posteriormente agregarlo al mapa impreso o al mapa digital.

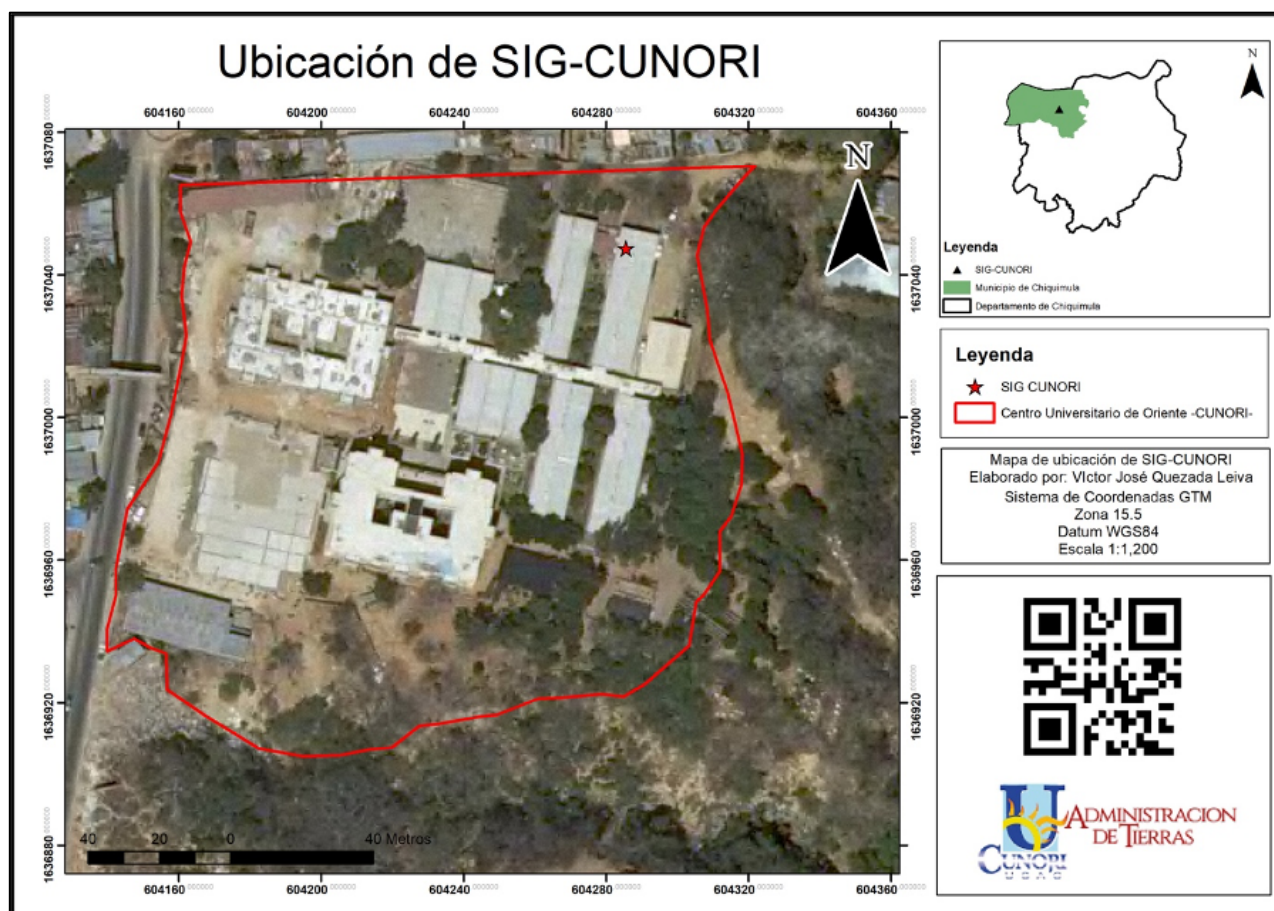


Figura 25: Mapa de ubicación con código QR
Fuente: Elaboración propia.

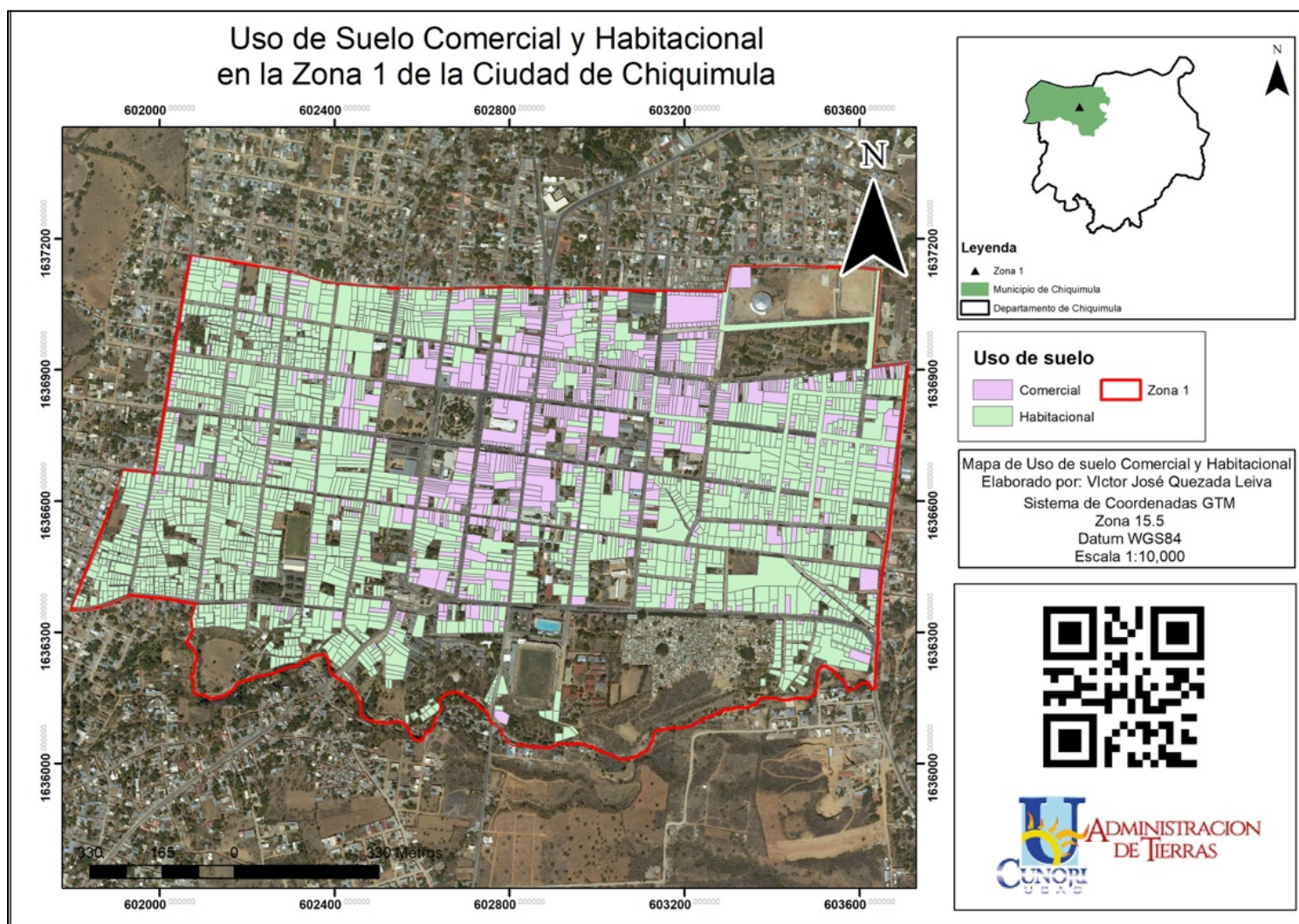


Figura 26: Mapa de uso de suelo con código QR
Fuente: Elaboración propia.

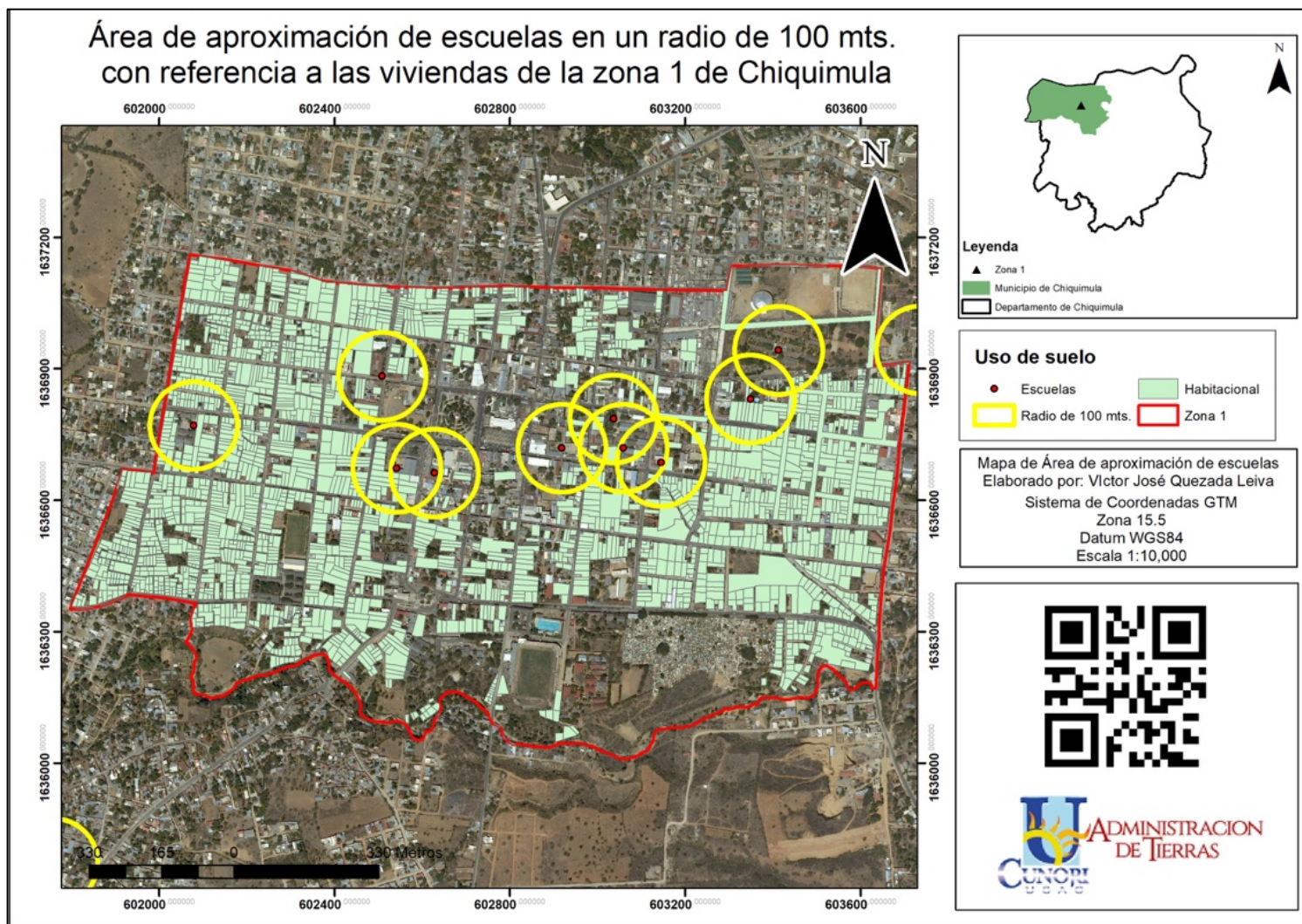



Figura 27: Mapa de aproximación/influencia con código QR.
Fuente: Elaboración propia.

Al escanear el código QR la información que despliegue el sistema es la siguiente:

The screenshot shows a web browser window with the URL `localhost/metadato_consulta/metadato_list.php`. The page displays the 'Sistema de Metadatos' interface. A QR code is shown, which, when scanned, displays the following metadata for 'Id 1':

Id	1	Latitud	14.795724	Tipo Identificación	Tipo Identificación	Proyección	Proyección
Título	Ejemplo1	Fecha Publicación	09/12/2020	Idioma Identificación	Idioma Identificación	Responsable	Reponsable1
Resumen	Ejemplo1	Fecha Creación	09/12/2020	Categoría Temática	Categoría1	Idioma	Idioma Metadato
Localizador	Chiquimula	Fecha Última Revisión	09/12/2020	Tipo Servicio	Tipo Servicio	Fuente	Fuente
Qr		Linaje	Ejemplo	Datum	Datum	Restricción Público	Restricción Público
Palabra Clave	Chiquimula	Resolucion Espacial	1	Escala	Escala	Condición Acceso Uso	Codicion
Longitud	-89.538485	Fecha Actualización	09/12/2020	Sistema Referencia	Sistema Referencia		

Below the QR code, the same metadata is displayed for 'Id 2':

Id	2	Latitud	42.5358	Tipo Identificación	Tipo Identificación	Proyección	Proyección
Título	Ejemplo2	Fecha Publicación	20/12/2020	Idioma Identificación	Idioma Identificación	Responsable	Reponsable1
Resumen	Ejemplo2	Fecha Creación	13/12/2020	Categoría Temática	Categoría1	Idioma	Idioma Metadato

Figura 28: Captura de la información que se muestra al escanear el código QR

Fuente: Elaboración propia.

La cual puede ser consultada desde cualquier dispositivo con acceso a internet en el siguiente enlace: <http://190.149.202.174:910/metadato/login.php>

VII. CONCLUSIONES

1. Es importante conocer las normas internacionales y locales de estándares de calidad para así crear información espacial de calidad y útil, en la que tanto profesionales como estudiantes puedan fiarse al trabajar con ellas, evitando así la duplicación de información, tiempo y recursos, es por ello que en esta investigación se utilizó la norma COGUANOR 19115 y se diseñó el perfil de metadatos conforme a los paquetes obligatorios en esta norma.
2. El sistema tecnológico de estructuración y organización de metadatos geográficos diseñado, hace que el proceso de creación, modificación y consulta, sea fácil, ordenado y con acceso desde cualquier dispositivo con conexión a internet.
3. El acceso a los metadatos geográficos por medio de un código QR asignado a los mapas digitales o impresos, promueve la cultura de uso de metadatos, facilita la forma de compartirlos llegando a todos los usuarios desde el sistema diseñado y permite la divulgación de los mismos.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Promover la creación y uso de metadatos cartográficos, cumpliendo con normas internacionales, para que la información generada tenga validez profesional.
2. Es fundamental que los estudiantes conozcan el sistema y lo utilicen de manera habitual para que la base de datos de metadatos espaciales crezca y se mejore constantemente. Este sistema necesita mejorarse con investigaciones futuras y se actualizarse de manera persistente, y como consecuencia se vuelva obsoleto.
3. Impulsar proyectos tecnológicos innovadores para facilitar y/o automatizar procesos de información.

IX. REFERENCIAS

Cauvin, C., Escobar, F. & Serradj, A. (2010). *Thematic cartography and transformations*. London, Editorial Wiley. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9781118558133.fmatter>

Collaguazo España, M.D. (2015). *Tarjeta médica por código QR*. Tesis de Licenciatura. Universidad de. Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industrial, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/13105/1/TESIS%20TARJETA%20MÉDICA%20POR%20CODIGO%20QR%281%29.pdf>

Cueva Estrada, J. & Cevallos Herrera, J. (2012). *Estudio del código QR para el desarrollo de los planes de marketing y publicidad en las empresas del sector comercial de la ciudad de Guayaquil*. Tesis de Maestría. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2686/18/UPS-GT000271.pdf>



Environmental Systems Research Institute. (2016). *Qué son los sistemas de coordenadas proyectadas*. ArcGIS for Desktop. Recuperado de <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/guide-books/map-projections/about-projected-coordinate-systems.htm>

Franco Rey, J. (1999). *Nociones de topografía, geodesia y cartografía*. España, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Extremadura. Recuperado de https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/10/Nociones_de_topografia.pdf

GeoServer (c2021). *GeoServer user manual*. Recuperado de <https://docs.geoserver.org/latest/en/user/index.html>

Gonzaga Aguilar, C. (2014). *Aplicación de índices de vegetación derivados de imágenes satelitales Landsat 7 ETM+ y ASTER para la caracterización de la cobertura vegetal en la zona centro de la provincia de Loja, Ecuador*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de la Plata, Argentina. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/34487/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. (s.f.). *Diferencias entre fotografía aérea y ortofoto*. Gencat. Recuperado de <https://www.icgc.cat/es/Web/Ayuda/Preguntas-frecuentes/Diferencias-entre-fotografia-aerea-y-ortofoto>

Instituto Geográfico Nacional. (2019). *Quienes somos*. Guatemala. Recuperado de <http://www.ign.gob.gt/institucion.html>

International Organization for Standardization. (2014). *ISO 19115-1:2014 - geographic information -- metadata -- part 1: fundamentals*. Switzerland: ISO. Recuperado de <https://www.iso.org/contact-iso.html>



Joly, F. (1982). *La cartografía*. Barcelona, Editorial Ariel. http://ffyl1.uncu.edu.ar/IMG/pdf/Joly-La_CartografYa.pdf

Król, K. (2020). Evolution of online mapping: from web 1.0 to web 6.0. *Geomatics, Landmanagement and Landscape* 1:33–51. Recuperado de <https://gll.urk.edu.pl/zasoby/74/GLL-1-3-2020.pdf>

Manso Callejo, M.A. (2009). *El uso de los metadatos para el desarrollo de un modelo de interoperabilidad para las Infraestructuras de Datos Espaciales*. Tesis de Maestría. Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía, España. Recuperado de http://redgeomatrica.rediris.es/redlatingeo/2008/El_uso_de_los_metadatos_para_el_desarrol.pdf

Ministerio de Economía, Guatemala. (2019). *¿Qué es COGUANOR?* Guatemala. Recuperado de <https://www.mineco.gob.gt/comisi%C3%B3n-guatemalteca-de-normas>

Php. (c2001). *¿Qué es PHP?* Recuperado de <https://www.php.net/manual/es/intro-what-is.php>

PostGIS. (2020). *Introducción to PostGIS*. Recuperado de <https://postgis.net/workshops/postgis-intro/introduction.html>

PostgreSQL. (30 de septiembre de 2018). *What is PostgreSQL?* Recuperado de <https://www.postgresql.org/docs/14/intro-what-is.html>

QRcode.com. (13 de enero de 2019). *History of QR code*. Recuperado de <https://www.qrcode.com/en/history/>

SEGEPLAN.gob.gt. (24 de abril de 2018). *SINIT -Sistema Nacional de Información Territorial-SEGEPLAN*. Guatemala. Recuperado de <https://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/servicios/sistemas-en-linea/sinit>



X. APÉNDICES

Apéndice 1. Entrevista a Instituto Geográfico Nacional de Guatemala

ENTREVISTA IGN

NOMBRE

Marco Sutuc

CARGO QUE DESEMPEÑA EN EL IGN

Ingeniero en Cartografía

USO DE METADATOS EN EL IGN

En la institución se utilizan los metadatos de manera regular y se enfatiza en la necesidad de los mismos.

NORMA DE METADATOS UTILIZADA POR EL IGN

ISO 19115 COGUANOR NTG

METADATOS HACE 10 AÑOS VS METADATOS HOY

Los estándares de metadatos han cambiado con el tiempo y con la debida norma, hace mucho tiempo se creaban los metadatos con mucha información a veces innecesaria o de baja importancia. Con el tiempo se logró estandarizar junto a la norma los campos a llenar.

¿EXISTE ALGUIEN ENCARGADO DE LOS METADATOS ESPECÍFICAMENTE?

No, cada quien que elabora material cartográfico o de índole geográfico debe contener adjunto su metadato correspondiente

¿CÓMO SE MANEJAN LOS METADATOS?

Los metadatos se manejan en documentos de texto plano y simple.

¿SE ENTREGA LA INFORMACIÓN AL PÚBLICO CON METADATOS?

Únicamente a las personas que lo requieran, instituciones muchas veces internacionales como la agencia espacial estadounidense solicita metadatos en su formato específico.

INDIQUE METODO DE DIVULGACIÓN PARA LOS METADATOS

No hay.

¿CREE USTED IMPORTANTE EL USO DE LOS METADATOS?

Es la única forma de saber de dónde vino y para dónde va el producto geográfico.

Apéndice 2. Entrevista a Técnico SIG-CUNORI

ENTREVISTA TÉCNICO SIG-CUNORI

NOMBRE

Alcides Cabrera

CARGO QUE DESEMPEÑA EN EL SIG-CUNORI

Técnico en Sistemas de Información Geográfica

USO DE METADATOS EN EL SIG-CUNORI

Sí se utilizan metadatos de las instituciones oficiales pero esta entidad no genera metadatos.

NORMA DE METADATOS UTILIZADA POR EL SIG-CUNORI

ISO 19115 COGUANOR NTG

MENCIONE LOS 3 TIPOS DE MAPAS MÁS COMUNES

Los mapas más comunes en el SIG-CUNORI son de ubicación, mapa de área de influencia o aproximación y uso de suelo.

¿EXISTE ALGUIEN ENCARGADO DE LOS METADATOS ESPECÍFICAMENTE?

No, esta entidad no genera metadatos pero si los utiliza.

¿CÓMO SE MANEJAN LOS METADATOS?

Los metadatos se manejan adjuntados dentro del mapa, resaltando únicamente los más importantes o requeridos.

¿SE ENTREGA LA INFORMACIÓN AL PÚBLICO CON METADATOS?

Únicamente a las personas que lo requieran.

INDIQUE MÉTODO DE DIVULGACIÓN PARA LOS METADATOS

No hay.

¿CREE USTED IMPORTANTE EL USO DE LOS METADATOS?

Sí, porque valida la calidad de la información.