



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

USO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) Y LA
ESTANDARIZACIÓN EN EL INVENTARIO DE RED DE FIBRA ÓPTICA

Línea de investigación: Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y
geotecnia.

Informe de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Geográfico

Autor:

Avalos Espinoza, María del Carmen

Asesor:

Alva Velásquez, Miguel

(ORCID: 0000-0002-0750-1671)

Jurado:

Vásquez Aranda, Ahuber Omar

Gonzáles Alarcón, Angelino Oscar

Arteaga Llacza, Pedro Pablo

Lima – Perú

2023

ÍNDICE

Resumen.....	4
Abstract	5
I. Introducción.....	6
1.1. Trayectoria del autor	8
1.2. Descripción de la empresa	8
1.3. Organigrama de la empresa	9
1.4. Áreas y funciones desempeñadas.....	9
II. Descripción de una actividad específica.....	11
2.1. Pre-Procesamiento	11
2.2. Procesamiento: Modelo de datos	17
2.3. Post-Procesamiento.....	22
III. Aportes más descatables a la empresa	23
IV. Conclusiones	24
V. Recomendaciones	25
VI. Referencias.....	26
VII. Anexos	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Elementos de la red de fibra óptica	13
Tabla 2 Propuesta de estandarización de códigos en la red FTTH	15
Tabla 3 Propuesta de estandarización de códigos en la red P2P	16
Tabla 4 Propuesta de estandarización de códigos en la red de transporte	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de COBRA PERÚ S.A. delegación 9112	9
Figura 2 Insumos comunes en la base de datos de red de fibra	12
Figura 3 Modelo lógico de datos entre la cartografía, infraestructura y red	18
Figura 4 Estructura de la GDB con sus respectivas dataset	18
Figura 5 Detalle de la gdb (feature class por cada dataset)	19
Figura 6 Modelo físico de relaciones de la red	20
Figura 7 Archivos finales del modelo de datos	21
Figura 8 Entidades geográficas de una zona de tacna	22

Resumen

El presente informe tiene como objetivo implementar herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) para el análisis y estandarización de red de fibra óptica, de tal manera que puedan ser base para el desarrollo de entornos de WMS (Web Map Server), ya que la industria de telecomunicaciones va cambiando a un ritmo acelerado, generando competencias en los servicios ofrecidos a sus clientes, de tal manera que se necesita optar por innovación en sus sistemas de inventario para una mejor comprensión de las necesidades de los clientes e información de las situaciones presentadas por los servicios brindados. Para ello, se realizó una recolección y adquisición de insumos, unificándolos en formato tabular y vectorial con apoyo de los programas MicroStation, AutoCAD, ArcGIS, Microsoft Excel y SQL; posteriormente se hizo reconocimientos de los elementos de red, a los cuales, con un análisis tabular se lograron estandarizar, con ello, se procedió con el modelamiento de datos en SIG. El resultado es la estructura estandarizada en formato Geodatabase, con relaciones y dominios de los elementos de red de fibra óptica, mostrando una ordenada información, generando una mejora en la gestión y administración del inventario de red, y sobre todo en la optimización de tiempos. Finalmente, podemos concluir que las empresas en Telecomunicaciones requieren de una cartografía de calidad y de un inventario bien gestionado de su cobertura de servicio, infraestructura y red; por ello la siguiente propuesta es de vital importancia para un sistema de inventario a grandes escalas, ya que es uno de los sectores donde es más dificultoso relacionar sus objetos por tener múltiples dependencias de planta externa como interna.

Palabras clave: SIG, red de fibra óptica, geodatabase, sistema de inventario.

Abstract

The objective of this report is to implement geographic information system tools for the analysis and standardization of the fiber optic network, in such a way that they can be the basis for the development of WMS (Web Map Server) environments, since the telecommunications industry is changing at an accelerated pace, generating competitions in the services offered to its clients, in such a way that it is necessary to opt for innovation in its inventory systems for a better understanding of the clients' needs and information of the situations presented by the services provided. For this, a collection and acquisition of inputs was carried out, unifying them in tabular and vector format with the support of MicroStation, AutoCAD, ArcGIS, Microsoft Excel and SQL programs; Subsequently, recognition of the network elements was made, to which, with a tabular analysis, they were able to standardize, with this, the data modeling was carried out and finally the information was exported to the Geodatabase. The result is the standardized structuring in Geodatabase format, with relationships and domains of the fiber optic network elements, showing ordered information, generating an improvement in the management and administration of network inventory, and especially in optimizing times. Finally, we can conclude that Telecommunications companies require quality cartography and a well-managed inventory of their service, infrastructure and network coverage; For this reason, the following proposal is of vital importance for a large-scale inventory system, since it is one of the sectors where it is more difficult to relate its objects due to having multiple external and internal plant dependencies.

Keywords: GIS, fiber optic network, geodatabase, inventory system.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), es primordial para el desarrollo de la gestión de la información; y que no sólo responde al modo individual, sino también a grupos o equipos, según sus intereses (Ciencias de la Información, 2011). El crecimiento de la de la demanda y la implementación de los servicios de telecomunicaciones, y de la tecnología de la información en la industria de telecomunicaciones es, tal vez, el más rápido de todos en la última década, (Berisha, 2015).

En esta era digital el uso de la información juega un papel importante en los cambios que se han originado principalmente a partir de la masiva utilización de sistemas de información, la información ha pasado a ocupar un lugar fundamental para las organizaciones. Cualquier acción o intención de mejora conlleva a un orden y estandarización de la información de una organización o empresa (Biblios, 2003).

En la práctica se busca estandarizar uniformemente y de manera conveniente la información para desarrollar repositorios de datos espaciales y que estos puedan almacenarse conjuntamente (Worboys&Duckham, 2004), por ejemplo, utilizando archivos comprimidos del ArcMap, el geodatabase donde el Feature Class almacena los datos representados por unidades vectoriales (Revista Avances en Sistemas e Informática, 2010). El uso del Sistema de Información Geográfica (SIG) juega un papel importante en la utilización de sistemas de información, así como también en la digitalización de mapas, ubicación de infraestructuras, identificación geoespacial de objetos que pueden ser utilizados para implementar planes de desarrollo en el rubro de telecomunicaciones, dirigidos al análisis y proyección de inversión (Reinar, 2005). Este sistema de información ha demostrado ser muy útil para integrar información en plataformas de toma de decisiones críticas en muchas empresas y organizaciones, especialmente aquellas donde existen un gran volumen de información cartográfica,

infraestructura, componentes o elementos cuantitativos e información espacial. De esta manera el volumen de información es captada por los SIG para su integración en busca de unificar la información para un manejo empresarial amigable (Dyna, 2012).

Las formas simplificadas de distinguir los procesos se pueden realizar en etapas: inicialmente se identificará en el diccionario de datos que se desea o necesita integrar, posteriormente, se identifica la información asociada mediante campos equivalentes, y finalmente, se emplea la unión sistémica o de sincronización. Normalmente esta etapa requiere mucha concentración y análisis activa para formular la estructura de datos de manera adecuada e integrada sin generar quiebres en la información (Revista Guillermo de Ockham, 2008).

Además del Sistema de Información Geográfico permite realizar una depuración de la información mediante un modelado sistémico que identifica los objetos cuya ubicación no se conocía, y verificar de forma remota si en efecto es la infraestructura que se registra en el Sistema de Información Geográfico, o en su defecto existiera un error o confusión, como suele ocurrir con objetos tecnológicos con nombres duplicados o cuyos nombres se repiten con frecuencia (Inventario nacional de presas Tecnología y Ciencias del Agua, 2013).

Finalmente, cabe precisar que en este informe se describe el desarrollo un modelo de red de telecomunicaciones que permite el inventario y gestión de la red de fibra óptica, suponen un cambio muy profundo en la relación de los departamentos de Sistemas de información de la empresa con los usuarios de la propia empresa y modifica los roles jugados por los responsables de proyecto dentro de los propios Sistemas de Información.

1.1. Trayectoria del autor

Bachiller de la especialidad de Ingeniería Geográfica, actualmente desempeñando el cargo de Coordinador de proyectos en el área de Planta Interna de la empresa COBRA PERÚ; responsable de la gestión del proyecto de sistema de inventario de cartografía, infraestructura y red de la empresa Telefónica del Perú, y de la continua coordinación en la ejecución de proyectos relacionados a planta externa e interna. Con experiencia de más de cuatro años en el sector de telecomunicaciones, adquiriendo conocimientos de diferentes tecnologías de red como Cobre, Coaxial o HFC, P2P y FTTH o GPON.

Analista en Sistemas de información Geográfica (SIG) con experiencia continua de aproximadamente ocho años, en la elaboración de mapas temáticos, digitalización, automatización de procesos cartográficos, implementación de Geodatabase para los sectores de Telecomunicaciones y Ambiental y participación de desarrollos de Webmap y Dashboard. Y en los últimos años, como Consultor SIG independiente en el sector Ambiental y Minero, adquiriendo conocimiento en temas ambientales, y participación en la elaboración de instrumentos de gestión ambiental EIA, DIA y Monitoreos ambientales.

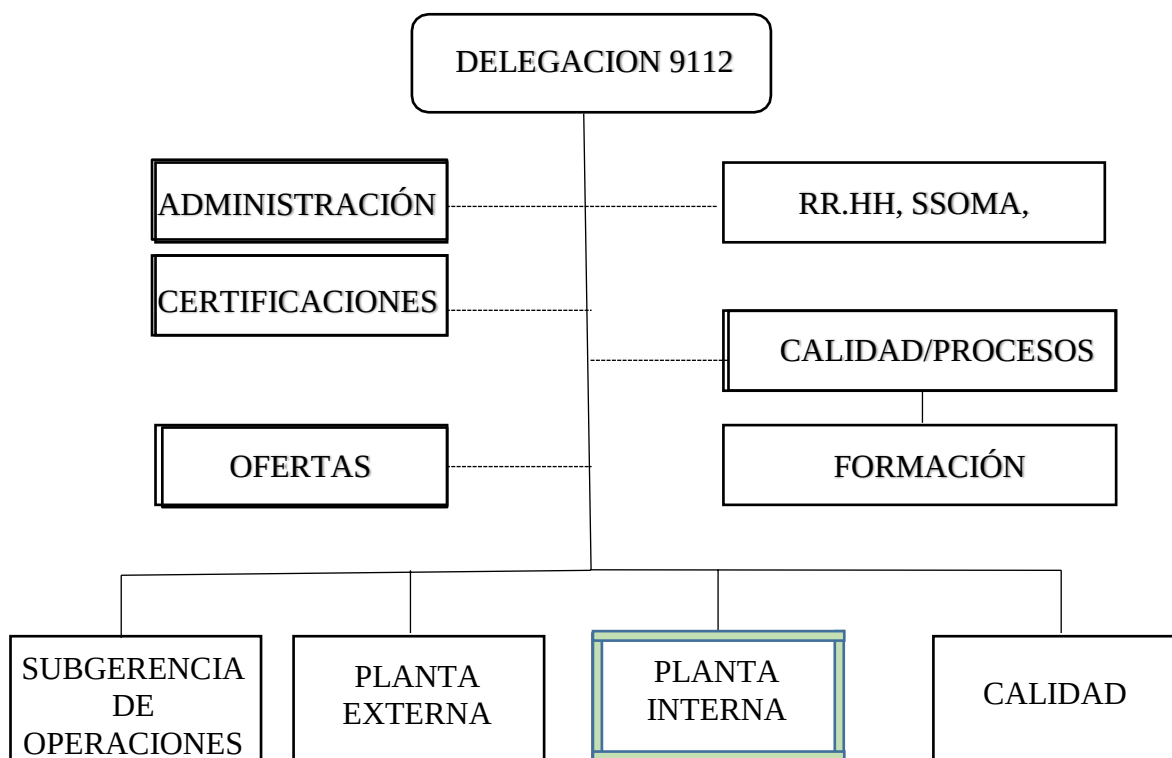
1.2. Descripción de la empresa

Cobra Perú S.A. es una empresa española establecida en Perú, con capacidad y determinación para desarrollar, crear y operar infraestructuras industriales que requieran un alto nivel de servicio. Sirve como contratista a pequeños y grandes clientes o concesionarios en todo el mundo, desarrollando actividades de mantenimiento de redes de distribución eléctrica, gas, agua y comunicaciones. Actualmente registrada con el Ruc: 20253881438.

1.3. Organigrama de la empresa

Figura 1

Organigrama de Cobra Perú S.A. delegación 9112



Nota. Estructura organizacional de la delegación 9112 de Cobra Perú S.A.

1.4. ÁREAS Y FUNCIONES DESEMPEÑADAS

- **Coordinador de proyectos – Área Planta Interna - COBRA PERÚ.**

Gestión en la implementación de las herramientas del nuevo sistema de inventario de red de fibra óptica. Coordinación y ejecución de diferentes proyectos de Planta Externa e Interna. Elaboración del inventario de la planta interna de la red de fibra óptica de Telefónica del Perú. Soporte y capacitación a las Empresas colaboradoras de Telefónica del Perú.

- **Analista de proyectos – Área Bucle – EZENTIS PERÚ.**

Especialista en CPqD Plant Management, programa que está soportado en AUTOCAD MAP 3D. Elaboración del inventario de la planta externa de la red de fibra óptica de Telefónica del Perú. Coordinación y ejecución de diferentes proyectos de Planta Externa e Interna. Soporte y capacitación a las Empresas colaboradoras de Telefónica del Perú.

- **Analista Gis Senior – Área Medio Ambiente – HYPER SYSTEM.**

Implementación de la Geodatabase de Medio Ambiente de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., que consiste en la información vectorial de los Instrumentos de Gestión Ambiental de dicha empresa; estos desarrollos se realizaron en el programa ArcGIS. Desarrollo de Webmap y Dashboard con indicadores basados en ArcGIS.

- **Ingeniero de proyectos – Área Planta Externa – LARI CONTRATISTAS.**

Especialista en CPqD Plant Management, programa que está soportado en AUTOCAD MAP 3D. Elaboración del inventario de la planta externa de la red de fibra óptica de Telefónica del Perú. Coordinación y ejecución de diferentes proyectos de Planta Externa e Interna. Soporte y capacitación a las Empresas colaboradoras de Telefónica del Perú.

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

En la empresa, donde actualmente laboró, se planteó un proyecto para el desarrollo de un sistema de inventario de la red de fibra óptica, para ello era necesario proponer alternativas de software para su aplicación y a su vez establecer formatos con estructura estandarizadas que pueda facilitar el proceso de carga, ya que la data inicial se encontraba en diferentes formatos como dgn, dwg, xls, shp y csv, y finalmente el sistemas de coordenadas, de dichos archivos, era errada o nula en algunos casos.

La elección del software fue el entorno ArcGIS Pro y el formato base para dicho desarrollo fue Geodatabase (GDB). Luego, se armó un plan de trabajo, en el cual se me asignó como Coordinador del Proyecto, y en conjunto con un equipo de personal a mi cargo, realizamos los procesos para la implementación de la GDB en el inventario de red de fibra óptica.

Detallaremos la descripción del proceso de la actividad en tres etapas:

- Pre-procesamiento
- Procesamiento
- Post-procesamiento

2.1. Pre-procesamiento

Como primer punto, se debe identificar los formatos de la información de los elementos de red, para luego unificar todo a un solo formato y finalmente establecer una estandarización en la base de datos.

2.1.1. Recolección y adquisición de insumos

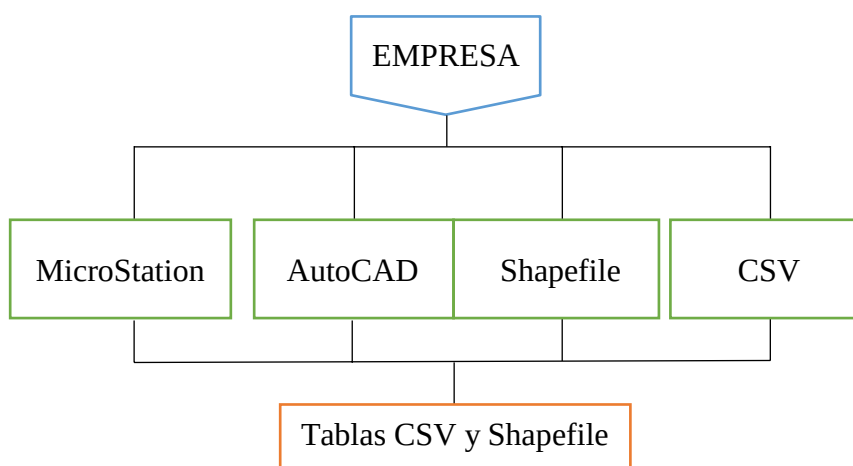
Se recopiló los siguientes insumos:

- Microstation (*.dgn)
- AutoCad (*.dwg)
- Shapefile (*.shp)
- Tablas CSV (*.csv)

Los archivos vectoriales fueron transformados a un solo formato, shapefile, y a un mismo sistema de coordenadas, para esta propuesta se sugiere que siempre sea en Coordenadas Geográficas WGS84 ya que la escala, generalmente, es a nivel nacional. Con apoyo del software ArcGIS se procesaron dichos archivos para la extracción de la información vectorial y tabular de cada uno de los elementos. Las tablas CSV se mantienen en su formato origen para su posterior análisis de datos.

Figura 2

Insumos comunes en la base de datos de red de fibra



Nota. Elaboración Propia

Con ello se pudo identificar, enlistar, categorizar y tipificar el vector de los elementos de red para un adecuado inventario. Se tuvo como resultado el siguiente cuadro:

Tabla 1

Elementos de la red de fibra óptica

Ítem	Categoría	Elemento de red	Tipo Vector
1	Cartografía	Código de calle	Punto
2	Cartografía	Eje vial	Línea
3	Cartografía	Manzanas	Polígono
4	Cartografía	Número predial	Punto
5	Cartografía	Punto de interés	Línea
6	Cartografía	Soleras	Línea
7	Cobertura	Área de CTO	Polígono
8	Cobertura	Área de DIVICAU	Polígono
9	Cobertura	Área de Edificio	Polígono
10	Cobertura	Área de OLT	Polígono
11	Infraestructura	Acometida planeada	Línea
12	Infraestructura	Ancla	Punto
13	Infraestructura	Banco de ductos	Línea
14	Infraestructura	Cable mensajero	Línea
15	Infraestructura	Cámara	Punto
16	Infraestructura	Cruceta	Punto
17	Infraestructura	Derivación de banco ductos	Punto
18	Infraestructura	Fachada	Punto

19	Infraestructura	Pedestal	Punto
20	Infraestructura	Postes	Punto
21	Infraestructura	Punto acceso genérico	Punto
22	Infraestructura	Site Holder Central	Punto
23	Infraestructura	Site Holder Cliente	Punto
24	Infraestructura	Soporte de anclaje	Punto
25	Infraestructura	Soporte de suspensión	Punto
26	Infraestructura	Soporte de Cruz Mensajero	Punto
27	Infraestructura	Soporte de T Mensajero	Punto
28	Infraestructura	Torre de alta tensión	Punto
29	Red	Cable stub	Línea
30	Red	CTO	Punto
31	Red	DIVICAU	Punto
32	Red	Empalme	Punto
33	Red	NAP	Punto
34	Red	PCRO	Punto
35	Red	PTRO	Punto
36	Red	Sobra cable	Punto
37	Red	Tramo cable	Línea

Nota. Elaboración Propia

2.1.2. Estandarización de los elementos de red

Con la lista de elementos debidamente identificados y categorizados, se procedió a establecer una estandarización en la codificación de estos, aplicando los conocimientos de red

de fibra óptica, para ello se tomó en cuenta dividir los criterios acordes al tipo de tecnología de la red, estos son:

- Red FTTH
- Red P2P
- Red de transporte

Esta estandarización siempre va a estar sujeto a los requerimientos de la empresa, pero como propuesta inicial se indicó lo siguiente:

Tabla 2

Propuesta de Estandarización de códigos en la red FTTH

Categoría	Elemento de red	Estandarización de códigos
Red	Cable stub	- RED PRIMARIA: G + NUMERO DE CABLE DEL NODO (2 DIGITOS) - RED SECUNDARIA: S + NUMERO DE CABLE DEL DIVICAU (2 DIGITOS)
Red	CTO	CODIGO DE NODO + CODIGO DE DIVICAU + NUMERO DE DIVISOR + NUMERO DE CTO
Red	DIVICAU	G + NUMERO DE DIVICAU DEL NODO (3 DIGITOS)
Red	Empalme	E + NUMERO DE EMPALME
Red	Sobra cable	SC + NUMERO DE SOBRA
Red	Tramo cable	- RED PRIMARIA: G + NUMERO DE CABLE DEL NODO (2 DIGITOS) - RED SECUNDARIA: S + NUMERO DE CABLE DEL DIVICAU (2 DIGITOS)

Nota. Elaboración Propia

Tabla 3

Propuesta de Estandarización de códigos en la red P2P

Categoría	Elemento de red	Estandarización de códigos
Red	Cable stub	NOMBRE DE CABLE (TK, A, D, E) + NUMERO DE CABLE DEL NODO
Red	Empalme	E + NUMERO DE EMPALME
Red	NAP	CODIGO DE NODO + CODIGO DE CABLE+ NUMERO DE NAP
Red	PCRO	CODIGO DE NODO + CODIGO DE CABLE+ NUMERO DE PCRO
Red	PTRO	CODIGO DE NODO + CODIGO DE CABLE+ NUMERO DE PTRO
Red	Sobra cable	SC + NUMERO DE SOBRA
Red	Tramo cable	NOMBRE DE CABLE (TK, A, D, E) + NUMERO DE CABLE DEL NODO

Nota. Elaboración Propia

Tabla 4

Propuesta de Estandarización de códigos en la red de Transporte

Categoría	Elemento de red	Estandarización de códigos
Red	Empalme	E + NUMERO DE EMPALME

Red	Tramo cable	CODIGO DE NODO INICIAL + "-" + CODIGO DE NODO FINAL + NUMERO DE ENLACE (1 DIGITO)
-----	-------------	---

Nota. Elaboración Propia

Continuando con la estandarización, se siguió analizando la información de cada uno de estos elementos, resolviendo que pueden tener clasificaciones o tipos por cada uno de ellos, armando así una estructura más específica de estos, los cuales permitieron armar una lista de dominios del que detallaremos más adelante.

2.2. Procesamiento: modelo de datos

El modelo de datos de los elementos de red permite inventariar las diferentes entidades asociadas a la red de fibra FTTH, P2P, Transporte e infraestructura que la soporta desde el punto de salida de fibra en la central hasta el terminal de fibra que da servicio al cliente. La red se despliega sobre el territorio, por lo que el presente modelo incluye también la cartografía necesaria para representar las divisiones administrativas, vías y predios.

El modelo de datos de los elementos de red estará formado por tres tipos:

- Entidades geográficas: Representan entidades modelizadas con sus coordenadas geográficas.
- Entidades alfanuméricas: Elementos de apoyo a las entidades geográficas que permiten mantener las relaciones entre elementos.
- Dominios: Lista de valores posibles para las propiedades de una entidad.

El modelo de datos contiene elementos espaciales, por ello se implementará en una base de datos geográfica o Geodatabase. Dicha GDB está proyectada en Coordenadas geográficas WGS84.

Las entidades geográficas o feature class que forman estos esquemas son las siguientes:

Figura 5

Detalle de la GDB (Feature class por cada Dataset)



Nota. Elaboración Propia

2.1.3.1. Componentes de Red. El esquema de elementos de la red de fibra permite modelizar los elementos existentes en la red de FTTH, P2P y Transporte.

2.1.3.2. Componentes de Infraestructura. El esquema de infraestructura permite modelizar los elementos necesarios para dar soporte a la red. En este esquema se hace referencia a las entidades que están asociadas con la parte de la infraestructura de la red.

2.1.3.3. Componentes de Cartografía. La infraestructura y la propia red están ubicadas geográficamente en el territorio. El esquema de cartografía engloba las entidades que hacen referencia a las divisiones administrativas y permiten ubicar los elementos de los dos esquemas previos sobre el mapa.

2.1.3.4. Componentes de Cobertura. Se refiere a las áreas de cobertura de servicio de los elementos de red.

Nota. Equipo Telefónica del Perú

2.1.5. Diccionario de datos

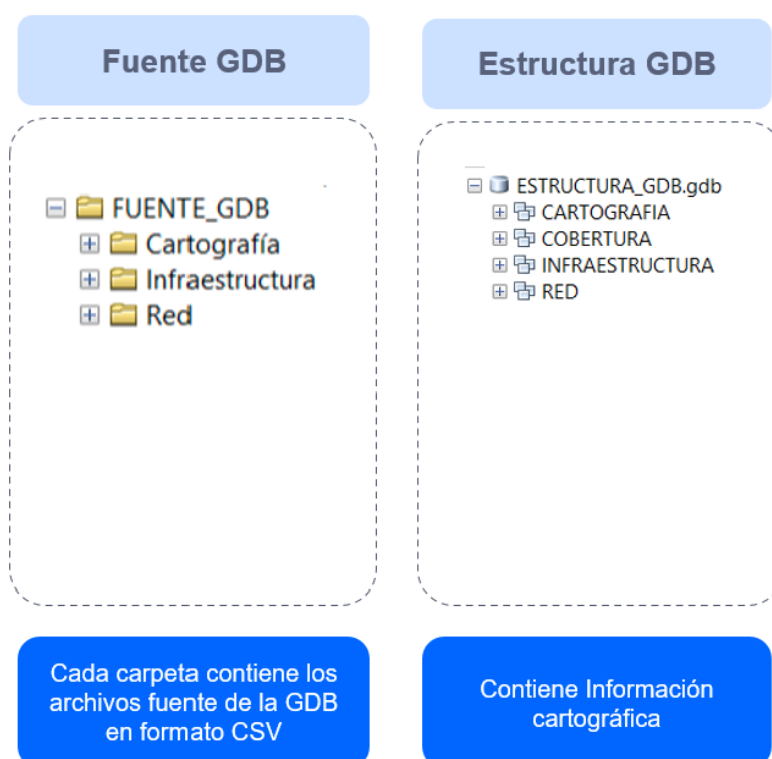
El modelo de datos se ha modelizado mediante dos tipos de ficheros:

- Diccionario de atributos: Para las entidades presentadas previamente describe cada una de las propiedades asociadas, una breve descripción y el tipo de dato que se almacenarán en la geodatabase.
- Diccionario de atributos de dominio: Existen algunos atributos (propiedades) de elementos que pueden contener valores normalizados, una lista de valores (dominios). En este diccionario se describe el formato en que serán gestionados estos dominios en la base de datos.

Como producto final se tiene los archivos CSV con su representación gráfica y la estructura GDB indicada líneas arriba.

Figura 7

Archivos finales del modelo de datos



Nota. Elaboración Propia

2.3. Post-procesamiento

Finalmente, como un escenario de ejemplo se tomó una zona de Tacna, en la cual podemos observar cómo se vería algunos elementos de la red de fibra óptica, en este caso para la tecnología FTTH.

Figura 8

Entidades geográficas de una zona de Tacna



Nota. Elaboración Propia

III. APORTES MÁS DESCATABLES A LA EMPRESA

El desempeño mostrado a lo largo de estos años, fue la continua participación y coordinación en diferentes proyectos de la empresa, pero las destacables son aquellas que involucran gestión de proyectos de data de gran escala (a nivel nacional), de la cuales se obtuvieron muy buenos resultados, ya que se optimizaron costos, tiempos y ventas comerciales.

Estos son:

- Gestión del proyecto Inventario de la red de Planta Interna de Telefónica del Perú.
- Reordenamiento y estandarización de la red de Telefónica del Perú.
- Gestión del proyecto Sistema de inventario de la red de Telefónica del Perú.

IV. CONCLUSIONES

- Se ha conseguido asociar e integrar en una base de datos de toda la información de objetos, infraestructura y otros componentes de la red de telecomunicaciones que se encontraba dispersa y poco accesible. Además, se ofrecen funcionalidades antes deseadas.

- Con el manejo estructurado de la información, permite la conexión amigable con el cliente de tal manera de manejar un mejor soporte para futuros mantenimientos. De esta manera mantener la satisfacción del cliente.

- Los desarrollos de tecnología de información y comunicación en la industria de las telecomunicaciones han sido implementada con los Sistemas de Información Geográfico (SIG), realizando un análisis espacial y modelamientos para el mejor manejo de gestión de las distintas redes en Telecomunicaciones.

- El Uso del Sistema de Información Geográfica permite la integración gráfica, alfanumérica y geoespacial de base de datos, teniendo como resultado la automatización de procesos asociados a una red de distribución con un enfoque analítico, estadístico con disponibilidad de mantenimiento y nuevos diseños o expansiones de red.

- La herramienta puede evolucionar a medida que las necesidades justifiquen desarrollos. La conexión con otros sistemas de la organización y su interoperabilidad está abierta y es asequible.

V. RECOMENDACIONES

Para un mejor manejo de inventario, es necesario ampliar en conocimientos básicos de telecomunicaciones para así poder reordenar y controlar la data, y esto debe ser desde los pequeños elementos que integran la red de telecomunicaciones, ya que debemos tener en cuenta que es uno de los sectores donde es más difícil relacionar sus objetos por tener múltiples dependencias de planta externa como interna. De esta manera se logrará agilizar, con mucho esfuerzo, compromiso y continua retroalimentación las gestiones de cada proyecto.

Y lo más importante, es tener en cuenta que la participación de cada integrante del equipo es vital para buenos resultados, un buen líder valora cada aporte brindado y encamina a quien aún está en proceso de aprendizaje, ya que finalmente todos aprendemos de los demás. Compartamos el conocimiento, eso facilita un mayor aprendizaje.

VI. REFERENCIAS

- Biblios. (2003). La gerencia de información: El caso de los archivos, 4(16).
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=16101605>
- Ciencias de la Información. (2011). Firefox: Una herramienta para la gestión de información en las organizaciones. 42(1). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181418901010>
- Dyna (2012). Ventana de mapa vs. ArcGis: hacia la interoperabilidad entre sistemas de información geográfica, *Estudios socioeconómicos*, 79(173).
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242009000300002#:~:text=Los%20sistemas%20de%20informaci%C3%B3n%20geogr%C3%A1fica,y%20estudios%20socioecon%C3%B3micos%2C%20entre%20otros.
- Griffiths, R., Watson, L. y Reinar. (2005). El Inventario de Sandford de Edificios de Tierra contruidos usando un GIS. *Building and Environment*, 40, 964–972.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132304002756>
- John William Cely. (s.f.). Sistemas de información geográfica en la industria de las telecomunicaciones. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4797216.pdf>
- Moldes, F. J. (1995). Tecnología de los Sistemas de Informacion Geografica. Madrid: Ra-Ma.
<https://www.iberlibro.com/servlet/BookDetailsPL?bi=30584318212>
- Revista alcance. (2007). La adopción de las tecnologías de la información en las pequeñas y medianas empresas, 14(3). <https://www.redalyc.org/pdf/4777/477748626003.pdf>
- Revista Avances en Sistemas e Informática. (2010). Sistema para la integración del proceso de normalización de bases de datos relacionales con gestores de bases de datos (SINORGES), 7(3). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=133117498004>

Revista del Instituto de Investigaciones Bibliotecológicas. (2019). Los mapas antiguos como fuente de información. Aportes para un modelo de descripción documental, (40).
<https://www.redalyc.org/journal/2630/263058277011/>

Revista Guillermo de Ockham. (2008). Descubrimiento automático de equivalencias en esquemas de bases de datos relacionales, 6(2).
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105312254006>

Tecnología y Ciencias del Agua. (2013). Inventario nacional de presas, IV (4).
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353531984013>

VII. ANEXOS

- Anexo A: Plano modelo de red de enlace.
- Anexo B: Plano modelo de red de P2P.
- Anexo C: Plano modelo de red de FTTH.
- Anexo D: Certificado de trabajo.

