

X^{ED} EDICIÓN 202³₄

Texto completo

Entorno común de datos Evalpal Network para
sistema de gestión de pavimentos

Autores

Gerber J. Zavala Ascaño

Edward Paúl Espinoza Mejía

PERÚ

ENTORNO COMÚN DE DATOS EVALPAV NETWORK PARA SISTEMA DE GESTIÓN DE PAVIMENTOS (PMS)

Resumen

Este documento aborda el desarrollo de un Entorno Común de Datos (ECD) e Inteligencia Artificial para un Sistema de Gestión de Pavimentos (PMS) implementado con tecnología BIM 7D. El objetivo principal es optimizar la administración de los pavimentos durante su ciclo de vida mediante la recopilación, almacenamiento y análisis de datos. Los objetivos específicos incluyen la mejora de la comunicación entre las partes interesadas, la propuesta de proyectos adecuados, la optimización del presupuesto y la predicción de la condición futura de los pavimentos. El estado del arte revisa los niveles de gestión de pavimentos a nivel de red y de proyecto, así como las capacidades de BIM 7D e inteligencia Artificial para la conservación, actualización y monitoreo del ciclo de vida de los activos de pavimento, integrados en un ECD.

Abstract

This paper addresses the development of a Common Data Environment (CDE) and Artificial Intelligence for a Pavement Management System (PMS) implemented with 7D BIM technology. The main objective is to optimize the management of pavements during their life cycle by collecting, storing and analyzing data. Specific objectives include improving communication between stakeholders, proposing suitable projects, optimizing budget and predicting future pavement condition. The state of the art reviews network and project level pavement management levels, as well as 7D BIM and Artificial intelligence capabilities for pavement asset preservation, upgrading and life cycle monitoring, integrated into an ECD.

1. Introducción

La gestión de pavimentos en infraestructuras viales requiere el manejo de grandes volúmenes de datos para tomar decisiones estratégicas sobre el mantenimiento, rehabilitación y optimización de los recursos. La implementación de un Sistema de Gestión de Pavimentos (PMS) que combine la tecnología BIM 7D con herramientas de Inteligencia Artificial y su integración en un Entorno Común de Datos (ECD) puede mejorar de forma significativa la planificación y ejecución de los proyectos viales. Este enfoque ofrece la capacidad de gestionar de manera eficiente el ciclo de vida de los pavimentos, desde su diseño hasta su mantenimiento, aprovechando tanto los datos históricos como los análisis predictivos para tomar decisiones fundamentadas. Este documento explora el desarrollo de un ECD con soporte de Inteligencia Artificial (IA) y BIM 7D para mejorar la gestión vial.

1.1. Antecedentes

La tecnología BIM (Building Information Modeling) ha evolucionado significativamente en los últimos años, ampliando sus aplicaciones más allá del diseño y la construcción hacia la gestión operativa y el mantenimiento de infraestructuras. El concepto de BIM 7D se centra en la administración de activos a lo largo de su ciclo de vida, lo cual es particularmente relevante para los pavimentos, donde la gestión eficiente de los datos históricos y las condiciones actuales puede prolongar su vida útil y reducir los costos. La integración de Inteligencia Artificial en los procesos de gestión permite realizar análisis predictivos basados en grandes conjuntos de datos, anticipando el deterioro y las necesidades futuras de mantenimiento. Esto, combinado con un ECD, facilita el acceso y la actualización continua de la información, optimizando el uso de los recursos y mejorando la eficiencia en la toma de decisiones.

1.2. Planteamiento del problema

La gestión de pavimentos enfrenta desafíos relacionados con la fragmentación de datos y la falta de una plataforma integrada para el almacenamiento y análisis de información. Actualmente, los gestores de infraestructuras viales dependen de múltiples fuentes de datos que no están coordinadas entre sí, lo que resulta en una toma de decisiones ineficiente y costosa. Además, la falta de un enfoque preventivo para el mantenimiento de pavimentos genera altos costos de rehabilitación y pérdida de funcionalidad vial. El uso de un ECD implementado con BIM 7D e Inteligencia Artificial permitiría superar estas barreras, ofreciendo una solución centralizada que no solo facilita el almacenamiento y consulta de información, sino que también aprovecha las capacidades predictivas de la IA para prever deterioros y optimizar la planificación.

1.3. Alcance

El alcance de este proyecto incluye el desarrollo de un Entorno Común de Datos (ECD) que soporte un Sistema de Gestión de Pavimentos (PMS) implementado con BIM 7D y tecnologías de Inteligencia Artificial. Este sistema proporcionará una plataforma centralizada para almacenar, actualizar y gestionar datos de inventario y condición actual, al mismo tiempo que utiliza algoritmos de IA para predecir el estado futuro de los pavimentos y sugerir estrategias óptimas de mantenimiento. Además, el proyecto busca mejorar la comunicación entre todas las partes interesadas, incluidas las autoridades gestoras y el público, promoviendo una toma de decisiones más transparente y fundamentada, y garantizando un uso eficiente del presupuesto destinado a las infraestructuras viales.

1.4. Objetivos:

1.4.1. General: desarrollo de ECD (sistema de gestión de información) para gestión de pavimentos (PMS) – implementado BIM 7D e Inteligencia artificial.

1.4.2. Específicos:

- a) Almacenar datos de inventario y condición
- b) Resumir condición actual de la red
- c) Estimar la condición futura de la red
- d) Proponer proyectos adecuados
- e) Optimizar estrategias de presupuesto
- f) Promover comunicación con la administración
- g) Promover comunicación con el público

2. Estado del arte

2.1. Niveles de gestión

2.1.1. Red

a. Planeación

- Detección de los requerimientos para el mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción de los pavimentos.
- Estudio de la factibilidad de las distintas alternativas de financiamiento y las estrategias planificadas para su ejecución.
- Evaluación del impacto que las opciones de financiamiento pueden tener en el rendimiento del pavimento y en la seguridad de los usuarios.

b. Presupuesto general

- Estimación de los recursos financieros requeridos para cubrir esas necesidades
- Propuesta del presupuesto óptimo para garantizar la correcta gestión del pavimento

2.1.2. Proyecto

- a. Inventario
- b. Medida de condición
- c. Predicción de la condición futura
- d. Análisis para la gestión

2.2. BIM 7D

El BIM 7D, enfocado en la gestión del activo existente, se puede asociar directamente al Sistema de Gestión de Pavimentos (PMS), ambos buscan optimizar la administración de infraestructuras a lo largo de su ciclo de vida. En el caso de pavimentos, el BIM 7D permite no solo diseñar y construir, sino también gestionar eficazmente las operaciones y el mantenimiento, recopilando, conservando, generando, actualizando y compartiendo toda la documentación relacionada con la historia y el estado de los pavimentos.

Asociación de BIM 7D al Sistema de Gestión de Pavimentos (PMS):

- a) Recopilación de Datos: Al igual que en la gestión de edificios, el BIM 7D en pavimentos implica la recopilación de datos clave (especificaciones técnicas, manuales de uso, documentos de garantía, informes de inspección, entre otros) sobre los materiales y métodos utilizados en la construcción de la infraestructura vial.
- b) Conservación y Actualización de Información: Toda la información del pavimento, como el tipo de asfalto, los métodos de colocación y las reparaciones previas, se conserva y actualiza en un Entorno Común de Datos (CDE). Esto permite a los ingenieros, administradores y personal de mantenimiento acceder a un historial actualizado en tiempo real, lo que facilita la planificación de intervenciones y mejoras.
- c) Monitoreo del Ciclo de Vida del Pavimento: Utilizando las capacidades del BIM 7D, se puede hacer un seguimiento detallado del ciclo de vida del pavimento, permitiendo detectar deterioros, planificar mantenimientos preventivos, y prever costos asociados. Esto se traduce en una gestión eficiente de los activos, alineada con la sostenibilidad y el ahorro de recursos.
- d) Planificación y Mantenimiento: Con el acceso a datos históricos y gráficos (planos, especificaciones de construcción, etc.), el sistema puede optimizar los cronogramas de mantenimiento y las intervenciones correctivas. Esto mejora la

durabilidad del pavimento y ayuda a garantizar que las reparaciones se hagan con base en información precisa.

- e) **Colaboración Multidisciplinaria:** El CDE facilita que todos los involucrados en el proceso, desde el diseñador hasta el equipo de mantenimiento, accedan a la misma información actualizada, lo que permite una mejor coordinación y toma de decisiones informada en proyectos viales.



Figura 1 - Flujograma de trabajo para la correcta aplicación de BIM

2.3. Entorno común de datos

Con el objetivo de gestionar la información durante la concepción, el diseño, la construcción, la explotación, el mantenimiento y la disposición de la infraestructura; esto se hace para crear una base fiable para la toma de decisiones y garantizar la fiabilidad de la infraestructura. Por consiguiente, la utilización de un CDE reportará las siguientes ventajas:

- ✚ Reduce esperas por la incertidumbre de si la información es realmente actual, agiliza la búsqueda de información reduciendo el tiempo y costo de producción de información coordinada.
- ✚ Mejorar los canales de comunicación entre las partes que involucran al proyecto para una toma de decisiones más confiable.
- ✚ Contar con métodos para crear, controlar y compartir la información producida por las partes involucradas en el desarrollo del proyecto de inversión.
- ✚ Disponibilidad de uso de la información durante todo el ciclo de inversión del proyecto.
- ✚ Control sobre la secuencia de la información y sobre las ultimas versiones de la información

2.3.1. Componentes claves del CDE

Podemos destacar algunos de sus componentes más resaltantes en torno al CDE como se muestra en el siguiente grafico:

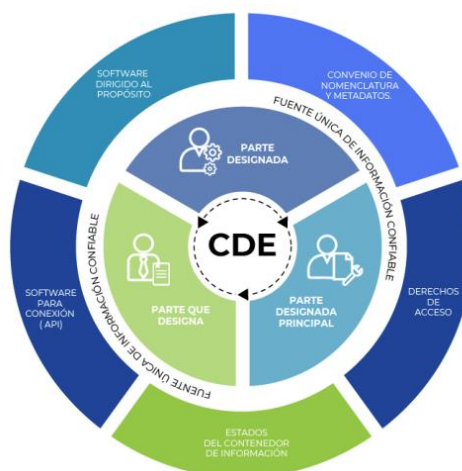


Figura 2 - Componentes claves del CDE

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de cómo se relacionan los componentes del CDE, teniendo diferentes involucrados con sus respectivas soluciones de CDE, donde se considera lo siguiente:

- ✚ Todas las bases de datos utilizan el mismo flujo de trabajo y API178 para comunicarse entre sí.

- ✚ Todas las bases de datos deben utilizar la misma convención de nomenclatura y metadatos.
- ✚ Todas las bases de datos están protegidas mediante derechos de acceso.

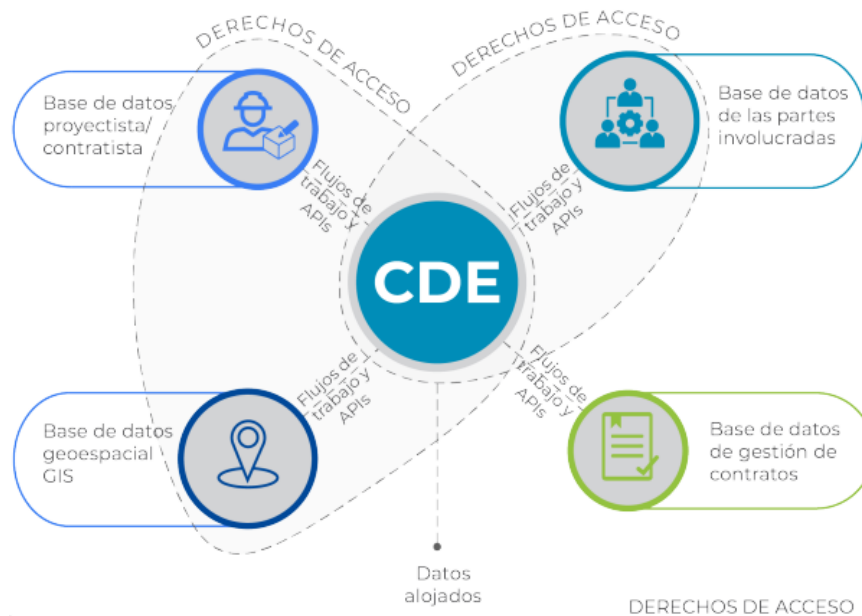


Figura 3 - Relación del CDE con algunos de sus componentes clave

2.3.2. Estados del contenedor de información

Se pueden encontrar diferentes estados en el ECD como parte de un flujo de trabajo en cuanto se genera el contenedor de software.



Figura 4 - Estados del Entorno común de datos

Estados de los contenedores informáticos incluidos en un CDE:

- ✚ Trabajo en proceso (WIP): contiene información que no es visible ni está disponible para otros participantes, pero que es utilizada por un equipo o su autor para crear nueva información. Una inversión puede tener muchos sitios de trabajo en curso, con una disposición típica que asigna un sitio WIP a cada colaborador.
- ✚ Compartido: La información está cualificada para dar fe de su idoneidad para ser utilizada por el equipo ejecutor, la parte que designa o grupos operativos posteriores.

- Publicado: Información aprobada por la parte designada para su uso en etapas cuando la gestión de activos o los procesos de construcción requieran diseños específicos.
- Archivo: La conexión en red se utiliza para inventariar los datos y se genera automáticamente un fichero de inversiones. Para controlar la gestión informática y facilitar el análisis en caso de desacuerdo, crea un inventario de todas las operaciones de inversión y mantiene un registro de las modificaciones.

2.3.3. Normas para gestionar los datos

Las normas NTP-ISO 19650- 2:2021 y NTP-ISO 19650- 1:2021, establece los mínimos requisitos para un CDE:

Conforme a la NTP-ISO 19650-2:2021, el CDE debe cumplir con los requerimientos globales de una inversión y contribuir con la producción colaborativa informática. Para lograrlo, la parte designador que considerar lo siguiente:

- Determinar una única identificación a cada contenedor informático, siendo documentada y acordarse durante la reglamentación del intercambio informático de una inversión.
- Establecer un valor fijo documentado a cada elemento y acordado durante la reglamentación del intercambio informático de una inversión.

2.3.4. Uso permisible de la información con el uso de metadatos

En las normas NTP-ISO 19650-2: 2021 y NTP-ISO 19650-1: 2021, los contenedores informáticos se les asigna un parámetro de estado; por ejemplo, metadatos y exhibir la información que permite el contenedor. En la figura, se muestra los contenedores informáticos y sus códigos de estado:

ESTADO DE UN CONTENEDOR DE INFORMACION	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE REVISIÓN
Trabajo en proceso (WIP)	S0	Estado inicial	Versión y revisión preliminar
Compartido (no contractual)	S1	Apto para la coordinación	Revisión preliminar
	S2	Información de ayuda	Revisión preliminar
	S3	Apto para su revisión y comentario	Revisión preliminar
	S4	Apto para la aprobación de la etapa	Revisión preliminar
	S5	Retirado	N/A
	S6	Apto para la autorización PIM	Revisión preliminar
	S7	Apto para la autorización AIM	Revisión preliminar
Publicado (contractual)	A1, An, etc	Autorizado y aceptado	Revisión contractual
	B1, Bn, etc	Aprobación parcial (con comentarios)	Revisión preliminar
Publicado (para aceptación de AIM83)	CR	Como documento de registro construido	Revisión contractual

Figura 5 - Códigos de estados de contenedores de información

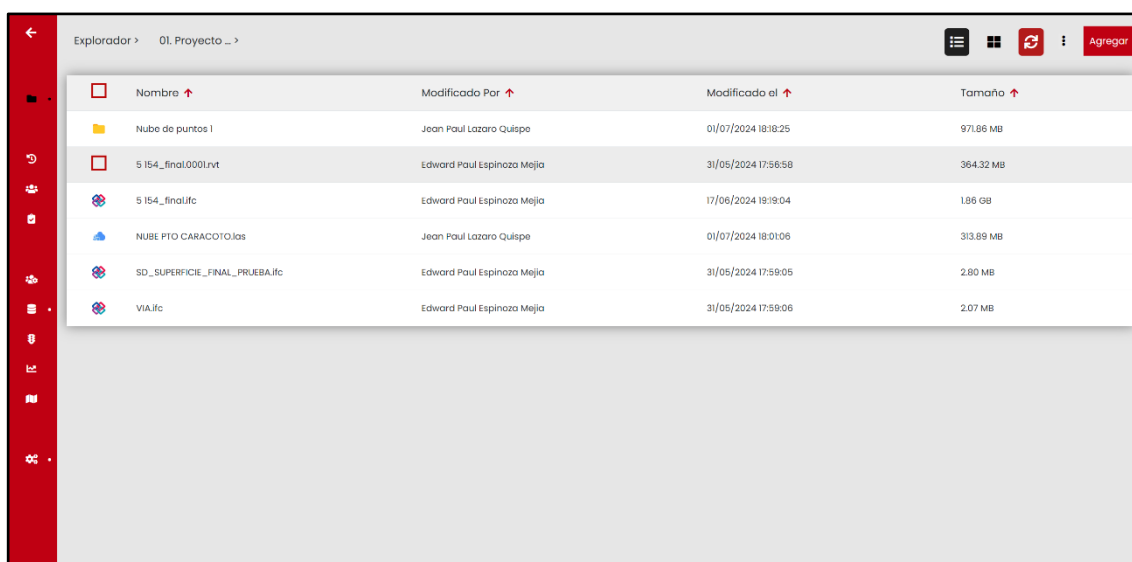
3. Entorno común de datos EvalPav Network

3.1. Datos/Explorador

En un sistema de gestión de pavimentos como el EvalPav Network, el módulo de Datos/Explorador es crucial para la gestión y análisis de datos relacionados con el estado y rendimiento de las pavimentaciones. Aquí te detallo algunos aspectos clave que suelen estar presentes en este módulo:

a) Base de Datos Centralizada

- **Almacenamiento de Datos:** Reúne datos de diversas fuentes relacionadas con pavimentos, como informes de inspección, datos de sensores, y registros históricos.
- **Estructura de Datos:** Organiza la información en una estructura que facilita el acceso y análisis, por ejemplo, en formato de tablas, gráficos, o mapas.



The screenshot shows the 'Explorador' (Explorer) interface of the EvalPav Network system. It displays a table with four columns: 'Nombre' (Name), 'Modificado Por' (Modified By), 'Modificado el' (Modified on), and 'Tamaño' (Size). The table lists several data files, including 'Nube de puntos I', '5 154_final.0001.rvt', '5 154_final.ifc', 'NUBE PTO CARACOTO.los', 'SD_SUPERFICIE_FINAL_PRUEBA.ifc', and 'VIA.ifc'. Each row shows the file name, the user who modified it (Jean Paul Lazaro Quispe or Edward Paul Espinoza Mejia), the modification date and time, and the file size in MB or GB. The interface includes a red sidebar on the left with navigation icons and a top bar with a search icon and an 'Agregar' (Add) button.

Nombre	Modificado Por	Modificado el	Tamaño
Nube de puntos I	Jean Paul Lazaro Quispe	01/07/2024 18:18:25	971.86 MB
5 154_final.0001.rvt	Edward Paul Espinoza Mejia	31/05/2024 17:56:58	364.32 MB
5 154_final.ifc	Edward Paul Espinoza Mejia	17/06/2024 19:19:04	1.86 GB
NUBE PTO CARACOTO.los	Jean Paul Lazaro Quispe	01/07/2024 18:01:06	313.89 MB
SD_SUPERFICIE_FINAL_PRUEBA.ifc	Edward Paul Espinoza Mejia	31/05/2024 17:56:05	2.80 MB
VIA.ifc	Edward Paul Espinoza Mejia	31/05/2024 17:56:06	2.07 MB

Figura 6 - Base de datos en el entorno común de datos EvalPav Network

b) Exploración de Datos

- **Visualización:** Permite la visualización de datos en diferentes formatos (tablas, gráficos, mapas), lo que facilita la interpretación de la condición del pavimento.
- **Filtrado y Búsqueda:** Herramientas para filtrar datos según criterios específicos como ubicación, tipo de pavimento, fecha, etc.
- **Consultas Personalizadas:** Creación de consultas para obtener información detallada sobre secciones específicas de pavimento o condiciones particulares.

Nombre	Modificado Por	Modificado el	Tamaño
58 230 REF3.dwg	Edward Paul Espinoza Mejia	21/06/2024 18:17:02	461.88 KB
58 335 REF3.dwg	Edward Paul Espinoza Mejia	21/06/2024 18:17:04	470.79 KB
59 752 REF3.dwg	Edward Paul Espinoza Mejia	21/06/2024 18:17:05	472.67 KB
59 872 REF3.dwg	Edward Paul Espinoza Mejia	21/06/2024 18:17:06	467.72 KB
62 524.27 REF3.dwg	Edward Paul Espinoza Mejia	21/06/2024 18:17:07	473.73 KB
CM-CO-20-4-DRE-PL-01-021.pdf	Edward Paul Espinoza Mejia	21/06/2024 18:17:09	199.80 KB
CM-CO-21-4-DRE-PL-01-001_0...	Edward Paul Espinoza Mejia	21/06/2024 18:17:10	970.54 KB
CM-CO-21-4-DRE-PL-01-001_0...	Edward Paul Espinoza Mejia	21/06/2024 18:17:12	896.51 KB
CM-CO-21-4-DRE-PL-01-004 RE...	Edward Paul Espinoza Mejia	21/06/2024 18:17:14	1.07 MB
CM-CO-21-4-DRE-PL-01-004.pdf	Edward Paul Espinoza Mejia	21/06/2024 18:17:16	208.33 KB
CM-CO-21-4-DRE-PL-01-005 RE...	Edward Paul Espinoza Mejia	21/06/2024 18:17:18	1.05 MB
CM-CO-21-4-DRE-PL-01-005.pdf	Edward Paul Espinoza Mejia	21/06/2024 18:17:19	328.27 KB
CM-CO-21-4-DRE-PL-01-006 RE...	Edward Paul Espinoza Mejia	21/06/2024 18:17:20	1.02 MB

Figura 7 - Exploración de datos en el ECD EvalPav Network

c) Análisis de Datos

- Evaluación del Estado del Pavimento: Herramientas para evaluar el estado del pavimento utilizando métricas como el Índice de Condición del Pavimento (PCI), entre otros.
- Tendencias y Pronósticos: Análisis de tendencias para prever necesidades de mantenimiento y realizar pronósticos sobre la vida útil del pavimento.

Nombre	Modificado Por	Modificado el	Tamaño
2.1. Evaluación Superficial	Edward Paul Espinoza Mejia	16/07/2024 21:08:48	16.91 MB
2.2. Evaluación Estructural	Edward Paul Espinoza Mejia	25/07/2024 20:18:25	2.15 MB
2.3. Evaluación Funcional	Edward Paul Espinoza Mejia	25/07/2024 21:00:02	1.19 MB

Figura 8 - Análisis de datos en la sección de datos/explorador del ECD EvalPav Network

d) Integración con Otros Sistemas

- Interoperabilidad: Capacidad para integrarse con otros sistemas de gestión, como GIS (Sistemas de Información Geográfica) para una visión más amplia.
- Importación/Exportación de Datos: Facilita la importación y exportación de datos para la integración con otros sistemas o para compartir información con partes interesadas.

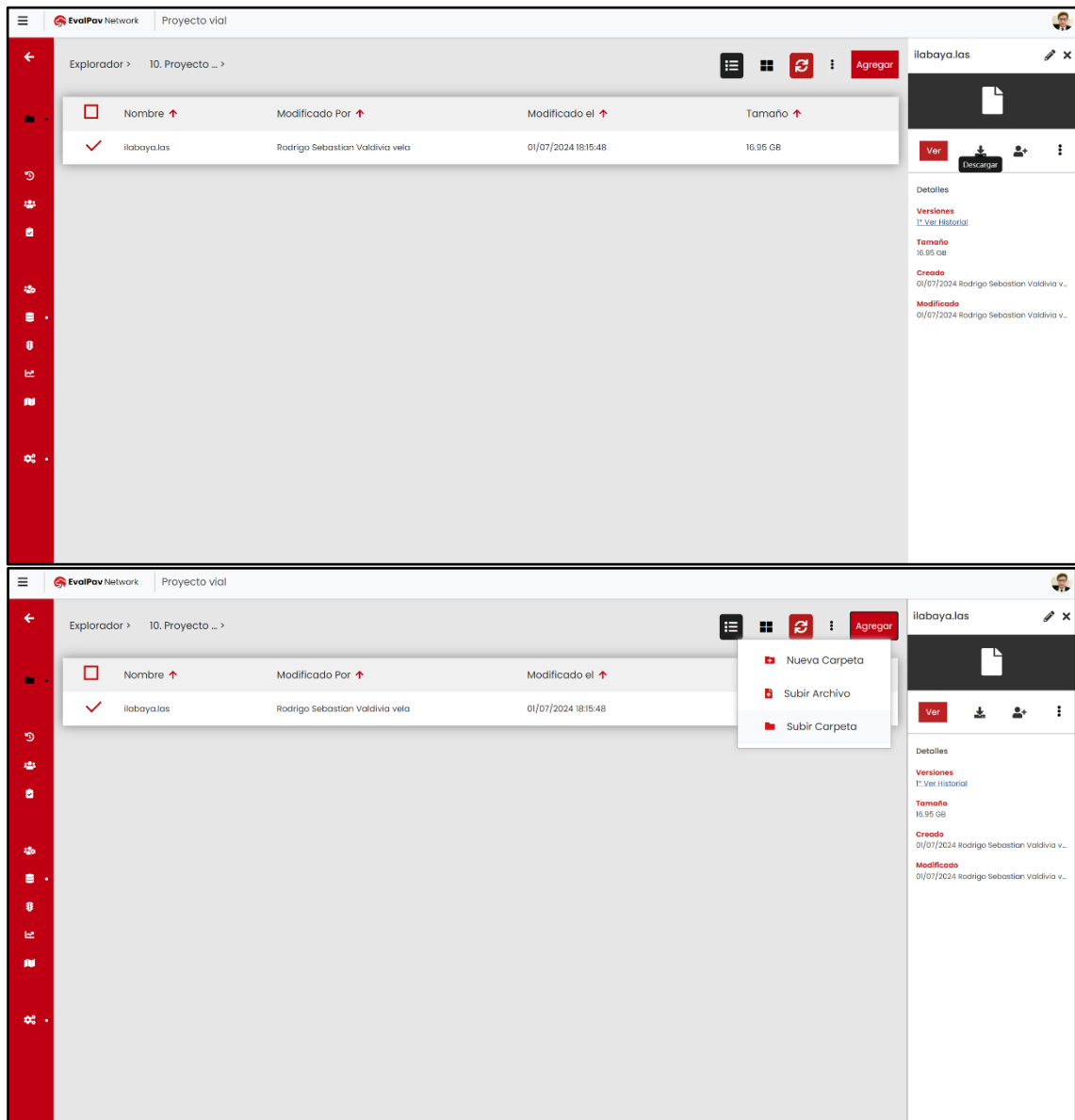


Figura 9 - Importación y exportación de información BIM-GIS en la sección de datos/explorador del ECD EvalPav Network

e) Informes y Documentación

- Generación de Informes: Creación de informes detallados sobre el estado del pavimento, el rendimiento y las necesidades de mantenimiento.
- Documentación: Proporciona documentación sobre el sistema y los procedimientos para el manejo de datos.

The screenshot displays the EvalPav Network software interface. The top section shows a file explorer with a list of reports. The bottom section displays a detailed report for 'PROYECTO VIAL - EEM-P2021'.

File Explorer:

Nombre	Modificado Por	Modificado el	Tamaño
Concreto Asfáltico/Reporte_Ho...	Edward Paul Espinoza Mejia	18/07/2024 20:23:37	2.35 MB
Concreto Asfáltico/Reporte_Ho...	Edward Paul Espinoza Mejia	18/07/2024 20:23:30	47.25 KB
Concreto Asfáltico/Reporte_Re...	Edward Paul Espinoza Mejia	18/07/2024 20:23:33	240.24 KB
Concreto Asfáltico/Reporte_Re...	Edward Paul Espinoza Mejia	18/07/2024 20:23:28	31.36 KB
Concreto Hidráulico/Reporte_H...	Edward Paul Espinoza Mejia	18/07/2024 21:06:48	3.02 MB
Concreto Hidráulico/Reporte_H...	Edward Paul Espinoza Mejia	18/07/2024 21:06:42	28.78 KB
Concreto Hidráulico/Reporte_R...	Edward Paul Espinoza Mejia	18/07/2024 21:06:44	208.26 KB
Concreto Hidráulico/Reporte_R...	Edward Paul Espinoza Mejia	18/07/2024 21:06:40	28.57 KB

Report: PROYECTO VIAL - EEM-P2021

METODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA
ASTM D 6453 (2020)

N°	ÁREA (M²)	UNIDADES DE MUESTREO	INDICADOR		R _i	VOC	PCI	CLASIFICACIÓN	
			INICIAL	FINAL					
1	20.00	1	124-100	-	10-100	15.1	1	05	EXCELENTE
2	20.00	2	124-100	-	10-100	8.7	1	05	EXCELENTE
3	24.00	3	124-100	-	10-100	8.4	9	01	EXCELENTE
4	11.00	4	124-100	-	10-100	8.9	8	01	EXCELENTE
5	27.00	5	124-100	-	10-100	8.9	3	01	EXCELENTE
6	18.00	6	124-100	-	10-100	8.9	4	05	EXCELENTE
7	24.00	7	124-100	-	10-100	8.7	3	01	EXCELENTE
8	20.00	8	124-100	-	124-100	8.0	3	01	EXCELENTE
9	24.00	9	124-100	-	124-100	6.0	8	100	EXCELENTE
10	14.00	10	124-100	-	124-100	6.0	8	100	EXCELENTE
11	27.00	11	124-100	-	124-100	6.0	8	100	EXCELENTE
12	16.00	12	124-100	-	124-100	8.9	3	01	EXCELENTE
13	20.00	13	124-100	-	124-100	8.9	4	05	EXCELENTE
14	20.00	14	124-100	-	124-100	10.0	2	05	EXCELENTE
15	11.00	15	124-100	-	124-100	8.9	3	01	EXCELENTE
16	14.00	16	124-100	-	124-100	15.1	1	05	EXCELENTE
17	27.00	17	124-100	-	124-100	6.0	8	100	EXCELENTE
18	14.00	18	124-100	-	124-100	6.0	8	100	EXCELENTE
19	20.00	19	124-100	-	124-100	15.1	1	05	EXCELENTE
20	20.00	20	124-100	-	124-100	8.7	5	05	EXCELENTE
21	21.00	21	124-100	-	124-100	8.4	8	01	EXCELENTE
22	14.00	22	124-100	-	124-100	8.9	8	01	EXCELENTE

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y ESCALA DE MEDIDA

PCI	CLASIFICACIÓN
100	Excelente
85	Muy Buena
70	Buena
55	Regular
40	Muy mala
25	Grave
10	Colapsado

Figura 10 - Informes y documentación en la sección de datos/explorador del ECD
EvalPav Network

3.2. Equipo

En el módulo de Equipo dentro del entorno común de datos EvalPav Network, la funcionalidad para agregar usuarios al proyecto es fundamental para gestionar la colaboración y asignación de responsabilidades en los proyectos de gestión de pavimentos. A continuación, te detallo cómo se puede manejar esta funcionalidad:

a) Gestión de Usuarios

- Registro de Usuarios: Permite agregar nuevos usuarios al sistema, incluyendo su información personal, roles y permisos.
- Perfil de Usuario: Información detallada sobre cada usuario, como nombre, cargo, contacto, y credenciales.

The screenshot displays the 'EvalPav Network' interface for user management. The top section, titled 'Mi Equipo', shows a list of users with columns for Nombre, Empresa, Rol, Estado, and Ultimo Acceso. A modal window titled 'Nuevo Invitado' is open, allowing the addition of a new user. The bottom section shows the profile of a selected user, GERBER ZAVALA A., with details such as email, role, and status.

Grupos	Nombre	Empresa	Rol	Estado	Ultimo Acceso
Todos los Miembros	GERBER ZAVALA A.	...	Usuario	Activo	
Todos los Miembros	Robert Martinez	...	Administrador	Activo	
Todos los Miembros	Yessenia SANTOS	...	Usuario	Activo	
Todos los Miembros	Reynaldo Arevalo	...	Usuario	Activo	
Todos los Miembros	JULIO SABINO ING.	...	Usuario	Activo	
Todos los Miembros	Anthony Ramirez	...	Usuario	Activo	
Todos los Miembros	Rodrigo Sebastia	...	Administrador	Activo	
Todos los Miembros	percy viamonte	...	Usuario	Activo	
Todos los Miembros	Jorge Luis Enrique	...	Usuario	Activo	
Todos los Miembros	Carmen Torres	...	Usuario	Activo	

Nuevo Invitado

Persona
edward.espinosa0409@gmail.com

Agregar Cancelar

GERBER ZAVALA A.
gerber_zavalay@yahoo.com

Detalles

Ultimo Acceso
Activo

Estado
Activo

Rol
Usuario

Administrador

Remover del Proyecto

Figura 11 - Gestión de usuario en el ECD EvalPav Network

b) Asignación de Roles y Responsabilidades

- Roles Definidos: Asignación de roles específicos a los usuarios, como ingenieros de pavimentos, técnicos de mantenimiento, gestores de proyectos, etc.
- Permisos de Acceso: Configuración de permisos para definir qué partes del sistema puede acceder y modificar cada usuario.

The screenshot displays the 'Panel de Control de Acceso al Software' (Software Access Control Panel) and the user profile for 'Edward Paul Espinoza Mejía'.

Panel de Control de Acceso al Software:

- Usuarios Permitidos:** A table listing authorized users with columns for selection, name, email, company, role, status, and last access.
- Usuarios Permitidos Table:**

☐	Nombre	Empresa	Rol	Estado	Ultimo Acceso
☒	Yessenia SANTOS ... yessentst02@gmail...	...	Usuario	Activo	
☐	Robert Martinez romado06@yahoo.es	...	Usuario	Activo	
☐	GERBER ZAVALA A... gerber_zavalag@yaho...	...	Usuario	Activo	
☐	Paolo Giovanni Ri... pgckv2008@gmail.com	...	Usuario	Activo	
☐	Jean Paul Lazaro ... xma2003@hotmail.com	...	Usuario	Activo	
☐	JULIO SABINO ING... juliosabino23@gmail.e...	...	Usuario	Activo	
☐	Carmen Torres catohlg@gmail.com	...	Usuario	Activo	
☐	Fernando Arévalo... fernvalobarto@gmail...	...	Administrador	Activo	
☐	Rodrigo Sebastia... valdivia06@hotmail...	...	Usuario	Activo	
☐	Reynaldo Arevalo rey_arevalo@hotmail...	...	Usuario	Activo	

- Detalles de Usuario (Yessenia SANTOS TAMAYO):**
 - Ultimo Acceso: Activo
 - Rol: Usuario
- Botones:** 'Agregar Personas' (top right), 'Quitar Acceso Al Software' (bottom right).

Perfil de Usuario (Edward Paul Espinoza Mejía):

- Información básica:** Nombre (Edward Paul), Apellido (Espinoza Mejía), Correo electrónico (edward_espinosa@outlook.com).
- Información de contacto:** Numero telefonico (988739019).
- Detalles:**
 - Fecha de Nacimiento: 04/09/1995
 - Documento de Identidad: 72473920
 - Empresa / Universidad: MASTER ENGINEER CCSS
 - Pais: PERU
 - Ruc: 20623016297
- Cuenta:**
 - Usuario: Edward Paul Espinoza Mejía
 - Licencia: EvalPav Network | Business Premium
 - Fecha de emisión: 05/02/2024
 - Fecha de expiración: 04/02/2025

Figura 12 - Asignación de roles y responsabilidades en la sección equipo del ECD EvalPav Network

c) Colaboración y Comunicación

- Herramientas de Comunicación: Integración con herramientas de comunicación y colaboración, como mensajes internos, notificaciones y alertas.

- Registro de Actividades: Seguimiento de las actividades realizadas por cada usuario en el proyecto, para asegurar que las tareas se completen según lo planificado.

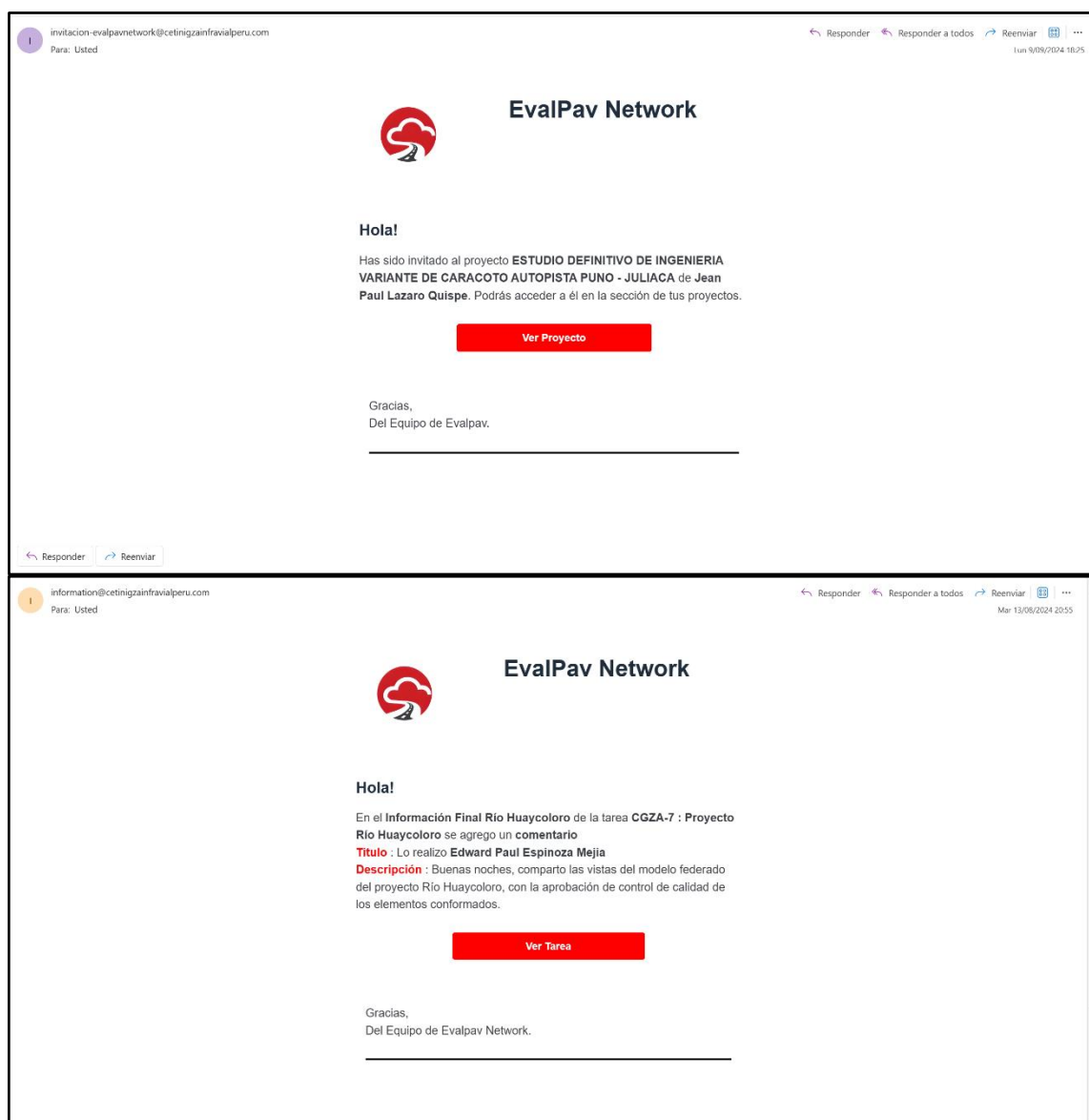


Figura 13 - Colaboración y comunicación de equipo dentro del ECD EvalPav Network

d) Control de Acceso y Seguridad

- Seguridad de Datos: Implementación de medidas de seguridad para proteger la información del proyecto y controlar el acceso de los usuarios según su rol y permisos.
- Auditoría de Acceso: Registro de las acciones realizadas por los usuarios para fines de auditoría y control.

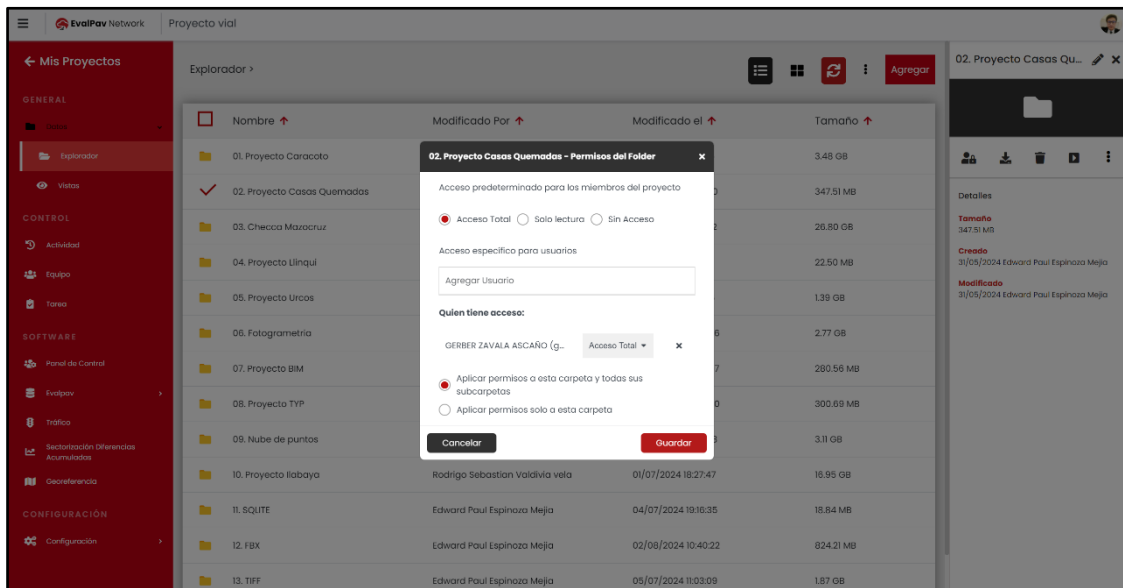


Figura 14 - Control de acceso y seguridad en el ECD EvalPav Network

3.3. Tarea

En el módulo de Tarea del entorno común de datos EvalPav Network para sistemas de gestión de pavimentos, se gestionan todas las actividades relacionadas con la planificación, ejecución y seguimiento de tareas dentro de un proyecto de pavimentos. Aquí te proporciono un desglose de las principales funcionalidades y componentes típicos de este módulo:

a) Creación y Gestión de Tareas

- **Definición de Tareas:** Permite la creación de nuevas tareas, incluyendo la descripción, objetivos, y requisitos específicos.
- **Asignación de Tareas:** Asignación de tareas a usuarios o equipos específicos, con la capacidad de definir responsables y recursos necesarios.

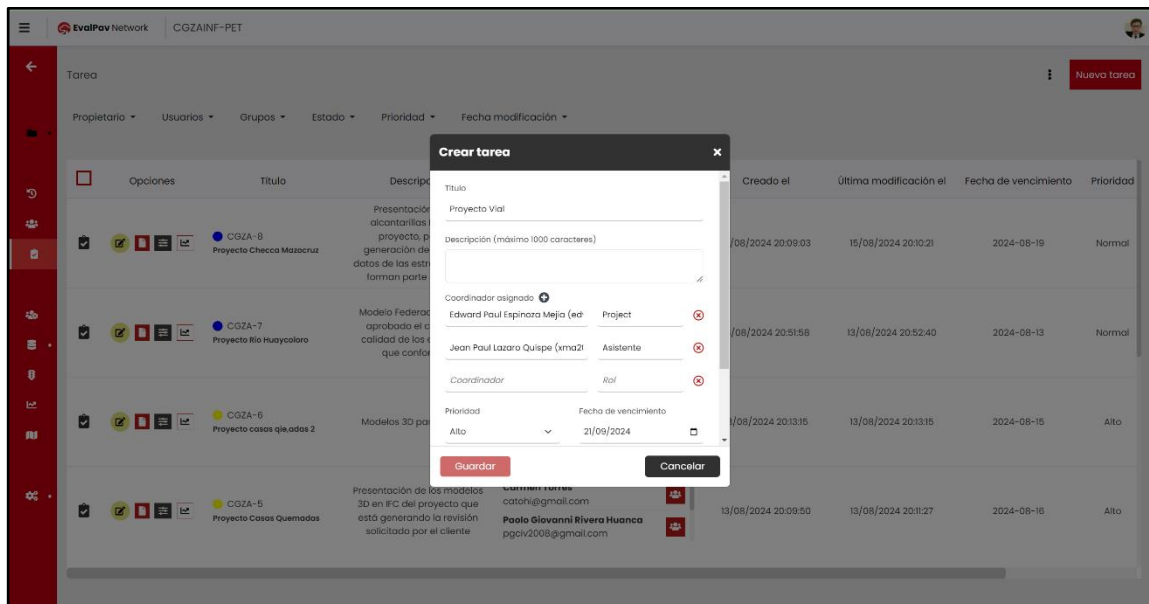


Figura 15 - Creación y gestión de tarea dentro del ECD EvalPav Network

b) Planificación y Programación

- Fechas y Plazos: Establecimiento de fechas de inicio y de vencimiento para cada tarea, con opciones para establecer plazos intermedios y hitos.
- Dependencias: Definición de dependencias entre tareas para asegurar una secuencia lógica en la ejecución del proyecto.

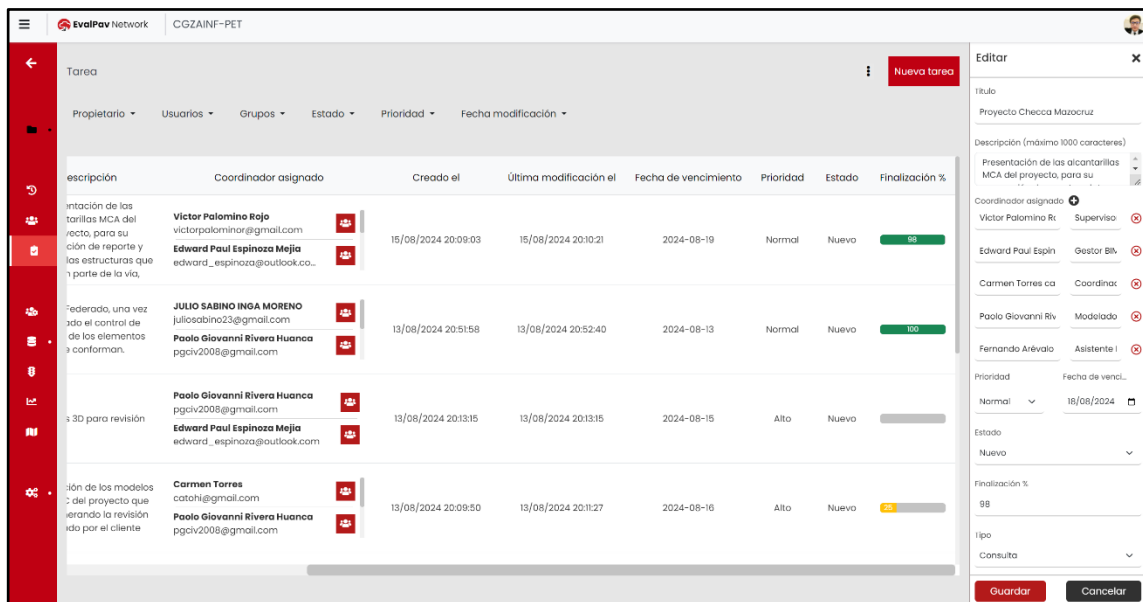


Figura 16 - Planificación y Programación en el ECD EvalPav Network

c) Seguimiento y Monitoreo

- Estado de la Tarea: Monitoreo del progreso de las tareas, incluyendo el estado actual (por ejemplo, pendiente, en progreso, completada) y porcentaje de finalización.
- Registro de Actividades: Documentación de las actividades realizadas en relación con cada tarea, incluyendo fechas de actualización y comentarios.

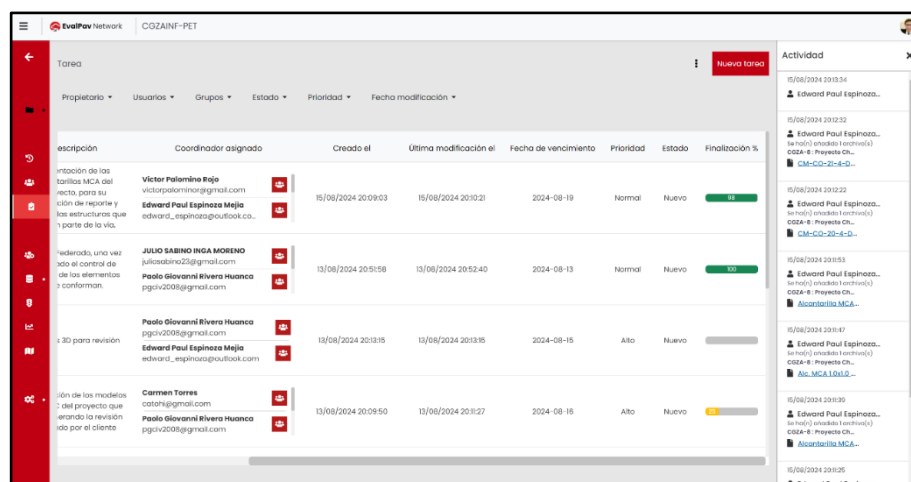


Figura 17 - Seguimiento y monitoreo en el ECD EvalPav Network

d) Evaluación y Control de Calidad

- Criterios de Aceptación: Definición de los criterios para evaluar la finalización de cada tarea, asegurando que se cumplan los estándares de calidad.
- Revisión y Aprobación: Procedimientos para la revisión y aprobación de tareas completadas antes de su cierre final.

The screenshot shows the 'Expedientes' (Files) section of the EvalPav Network interface. The top bar indicates the user is logged in as 'CGZAINF-PET'. The main content area displays a list of files related to 'Alcantarilla MCA'. The files are listed with their names, dates, and icons. A comment box on the right shows a message from Edward Paul Espinoza Mejía dated 15/08/2024 20:13:34.

Expediente	De	Fecha derivación	Documento derivado	Para	Estado	Observaciones	Acciones
	Edward Paul Espinoza Mejía	15/08/2024 20:13:34		- JULIO SABINO INGA MORENO - Fernando Arévalo Borra - Victor Palomino Rago - Carmen Torres	ENVIADO Registrado por: edward_espinozagoutlook.com	Buenos noches, comparto las vistas generadas del proyecto con las estructuras u obras de drenaje en 3D, para su revisión	Revisar comentarios
	Edward Paul Espinoza Mejía	15/08/2024 20:13:32	CM-CO-20-4-DRE-PL-01-001_003.pdf	- JULIO SABINO INGA MORENO - Fernando Arévalo Borra - Victor Palomino Rago - Carmen Torres	ENVIADO Registrado por: edward_espinozagoutlook.com		Revisar archivo
	Edward Paul Espinoza Mejía	15/08/2024 20:13:27	CM-CO-20-4-DRE-PL-01-001_003.pdf	- JULIO SABINO INGA MORENO - Fernando Arévalo Borra - Victor Palomino Rago - Carmen Torres	ENVIADO Registrado por: edward_espinozagoutlook.com		Revisar archivo
	Edward Paul Espinoza Mejía	15/08/2024 20:13:13	Alcantarilla MCA.jpg	- JULIO SABINO INGA MORENO - Fernando Arévalo Borra - Victor Palomino Rago - Carmen Torres	ENVIADO Registrado por: edward_espinozagoutlook.com		Revisar archivo
	Edward Paul Espinoza Mejía	15/08/2024 20:13:47	Aic MCA 1.0x1.0 em 37 500.75.jpg	- JULIO SABINO INGA MORENO - Fernando Arévalo Borra - Victor Palomino Rago - Carmen Torres	ENVIADO Registrado por: edward_espinozagoutlook.com		Revisar archivo
	Edward Paul Espinoza Mejía	15/08/2024 20:13:39	Alcantarilla MCA	- JULIO SABINO INGA MORENO - Fernando Arévalo Borra	ENVIADO Registrado por: edward_espinozagoutlook.com		Revisar archivo

Figura 18 - Evaluación y Control de Calidad en el ECD EvalPav Network

e) Actualización y Gestión

- **Modificación de Tareas:** Capacidad para actualizar los detalles de las tareas según sea necesario, incluyendo cambios en la descripción, asignación o programación.
- **Cierre de Tareas:** Procedimientos para cerrar y archivar tareas completadas, incluyendo la evaluación final y la documentación de resultados.

The screenshot displays the EvalPav Network interface for the project 'CGZAINF-PET'. It features a task management table with columns for description, assigned coordinator, creation date, last modification, due date, priority, status, and completion percentage. A sidebar on the left contains navigation icons. On the right, an 'Editar' (Edit) form is open, showing fields for title, description, assigned coordinator, priority, due date, status, and completion percentage, along with buttons for 'Guardar' (Save) and 'Cancelar' (Cancel).

Descripción	Coordinador asignado	Creado el	Última modificación el	Fecha de vencimiento	Prioridad	Estado	Finalización %
Integración de las tarillas MCA del proyecto, para su presentación de los alcantarillas MCA del proyecto, para su parte de la vía.	Victor Palomino Rojo victorpalomino@gmail.com Edward Paul Espinoza Mejia edward_espinoza@outlook.co...	15/08/2024 20:09:03	15/08/2024 20:10:21	2024-08-19	Normal	Nuevo	98
Requerido, una vez se ha dado el control de los elementos y conforman.	JULIO SABINO INGA MORENO juliosabino23@gmail.com Paolo Giovanni Rivera Huanca pgciv2008@gmail.com	13/08/2024 20:51:58	13/08/2024 20:52:40	2024-08-13	Normal	Nuevo	100
3D para revisión	Paolo Giovanni Rivera Huanca pgciv2008@gmail.com Edward Paul Espinoza Mejia edward_espinoza@outlook.com	13/08/2024 20:13:15	13/08/2024 20:13:15	2024-08-15	Alto	Nuevo	
Revisión de los modelos 3D del proyecto que se está realizando la revisión por el cliente	Carmen Torres catorhi@gmail.com Paolo Giovanni Rivera Huanca pgciv2008@gmail.com	13/08/2024 20:09:50	13/08/2024 20:11:27	2024-08-16	Alto	Nuevo	25

Figura 19 - Actualización y gestión de Calidad en el ECD EvalPav Network

3.4. Actividad

En el módulo de Actividad del entorno común de datos EvalPav Network para sistemas de gestión de pavimentos, la funcionalidad que registra todos los movimientos de la información por el usuario o administrador se centra en el seguimiento exhaustivo de todas las interacciones y modificaciones realizadas en el sistema. Esta funcionalidad es crucial para la gestión, auditoría y control de la información dentro del sistema. Aquí te detallo cómo se gestiona esta funcionalidad:

a) Registro de Acciones del Usuario

- **Historial de Cambios:** Documenta todas las acciones realizadas por los usuarios y administradores, incluyendo la creación, edición, y eliminación de datos relacionados con las actividades.
- **Detalles de la Acción:** Cada registro incluye detalles sobre la acción realizada, como la fecha y hora, el tipo de modificación, y la información afectada.

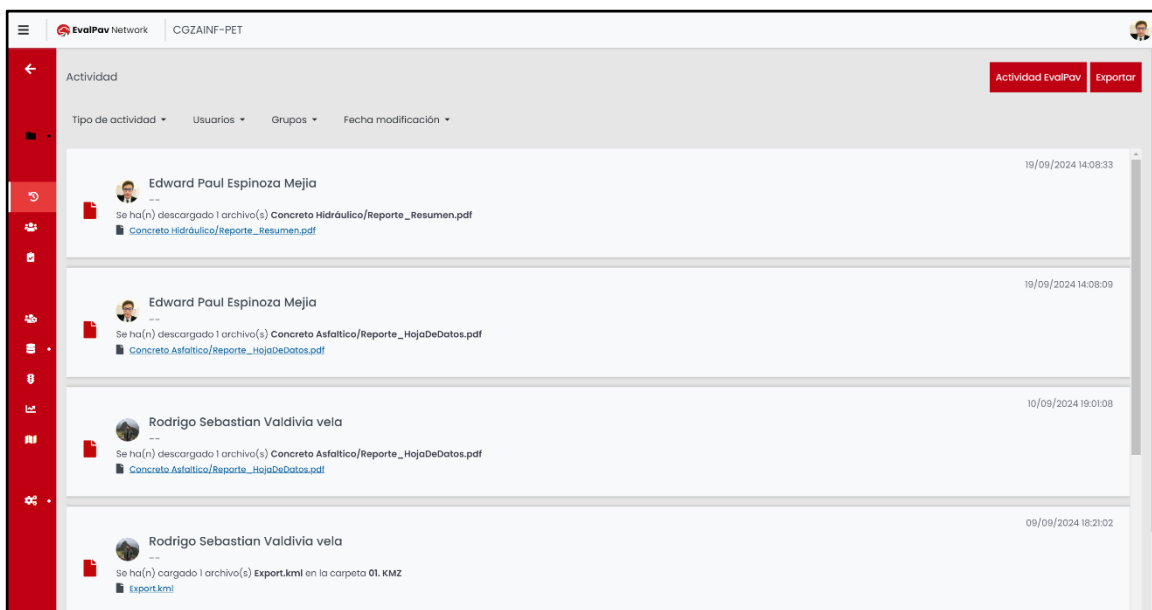


Figura 20 - Registro de acciones del usuario en el ECD EvalPav Network

b) Seguimiento de Modificaciones

- **Registro de Ediciones:** Cada vez que se modifica una entrada o se actualiza información, el sistema registra la modificación, incluyendo el antiguo valor, el nuevo valor y el usuario que realizó el cambio.
- **Control de Versiones:** Implementa un control de versiones para mantener un historial de las versiones anteriores de los datos, permitiendo la restauración de versiones previas si es necesario.

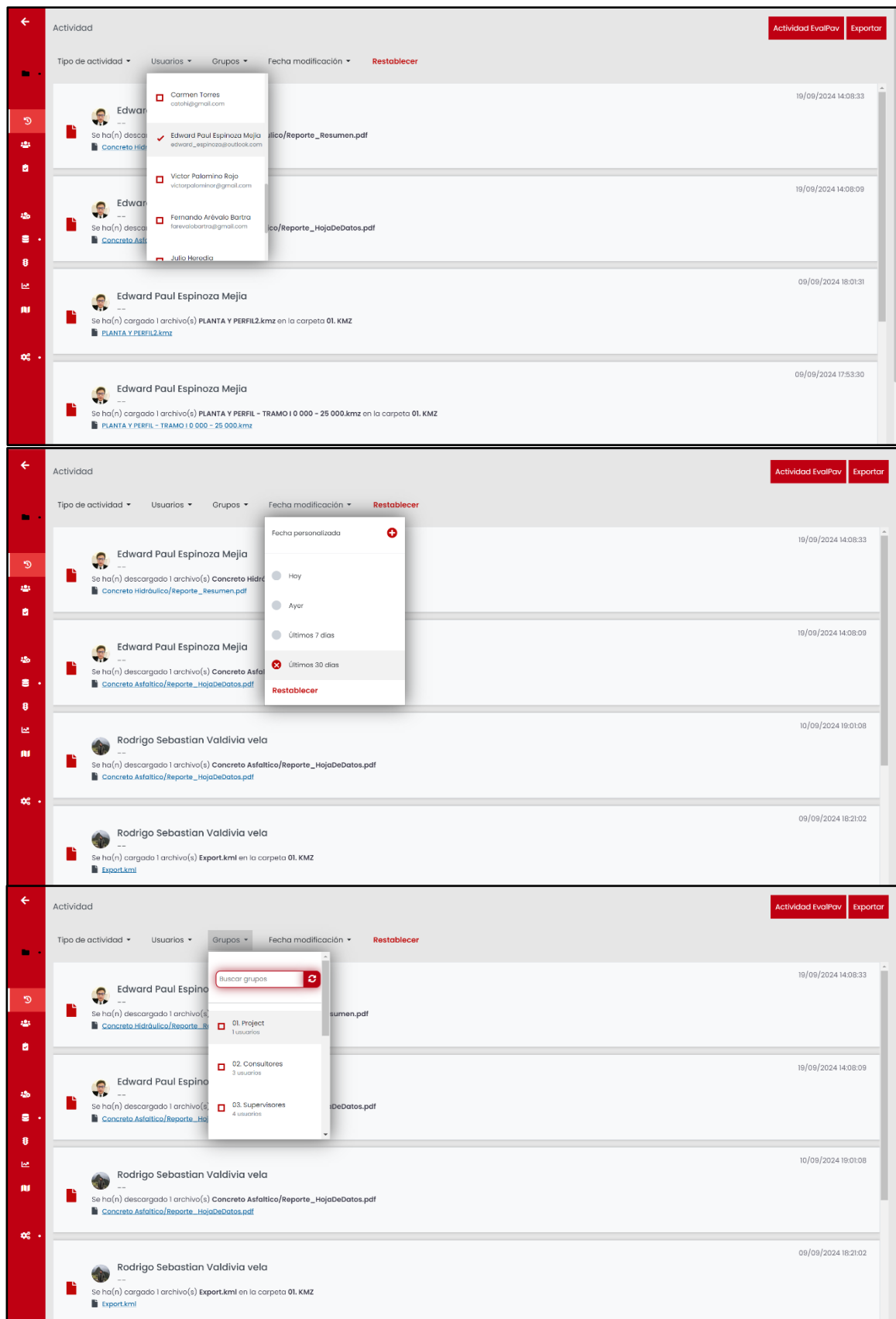


Figura 21 - Seguimiento de Modificaciones en el ECD EvalPav Network

c) Seguridad y Control

- **Protección de Datos:** Asegura que el registro de movimientos esté protegido contra modificaciones no autorizadas, garantizando la integridad de la información registrada.
- **Control de Acceso:** Configuración de permisos para acceder a los registros de actividad, garantizando que solo los usuarios autorizados puedan revisar o modificar esta información.

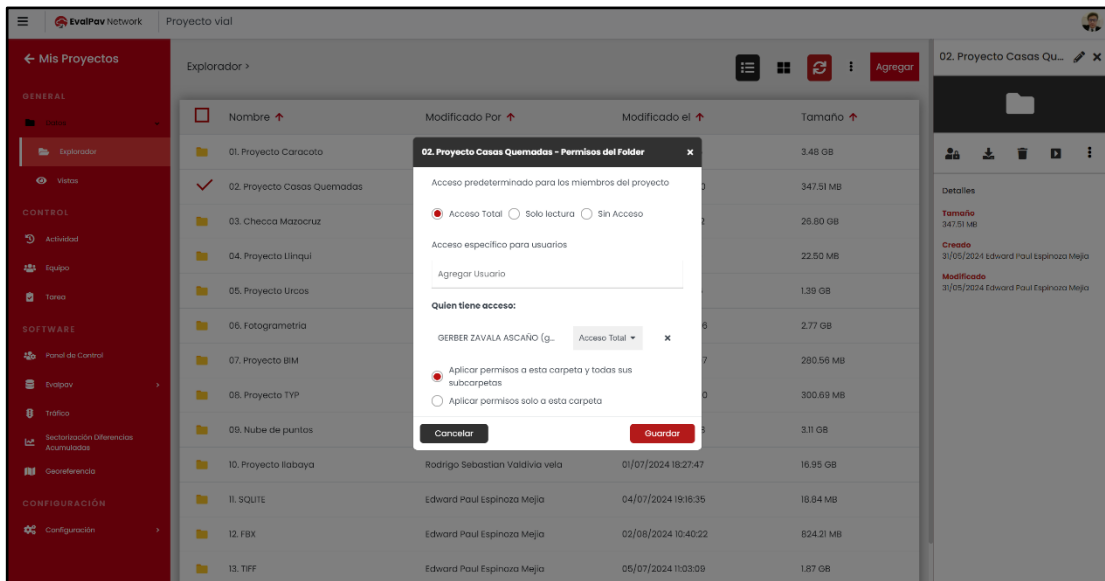


Figura 22 - Seguridad y control en el ECD EvalPav Network

3.5. Intercambio de información:

3.5.1. Intercambio de información Ortofoto

El intercambio de información en el Entorno común de datos EvalPav Network aplicando el visualizador de ortofoto se centra en aprovechar imágenes aéreas georreferenciadas de alta precisión para evaluar y conservar pavimentos. Permitiendo:

- a) Monitoreo de pavimentos: Las ortofotos permiten observar cambios en las carreteras a lo largo del tiempo, identificando deterioros o daños, como grietas, hundimientos o desgaste en capas superficiales. El intercambio de información puede incluir la comparación de ortofotos históricas con imágenes actuales para evaluar el estado de las carreteras.
- b) Evaluación precisa de daños: Mediante la combinación de ortofotos con otras herramientas GIS (Sistemas de Información Geográfica), los profesionales pueden identificar problemas en los pavimentos con mayor precisión. Esto se puede compartir entre los miembros de la red para discutir estrategias de mantenimiento y reparación basadas en datos visuales claros.
- c) Validación de proyectos: Las ortofotos se utilizan para validar el progreso de proyectos de infraestructura vial. Los miembros de la red pueden compartir imágenes antes y después de las obras, permitiendo una evaluación colaborativa del impacto de las intervenciones y las mejoras.

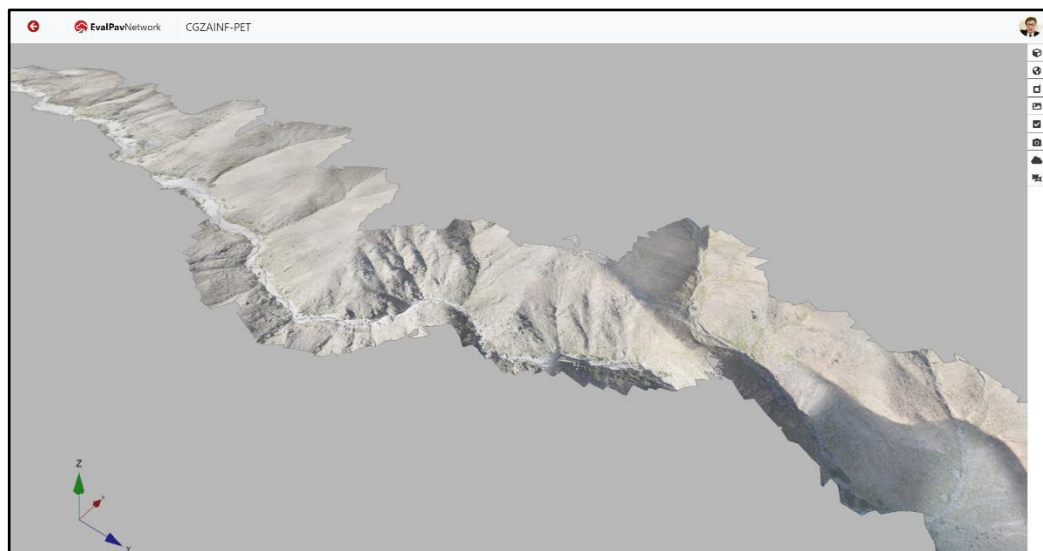


Figura 23 - Intercambio de información Ortofoto

3.5.2. Intercambio de información Nube de Puntos

El intercambio de información en el Entorno común de datos EvalPav Network aplicando el visualizador de nube de puntos ofrece un enfoque avanzado para la evaluación y conservación de pavimentos, ya que permite analizar detalladamente la geometría y las

características superficiales de infraestructuras viales a partir de datos tridimensionales. Permitiendo:

- a) Evaluación detallada de deformaciones y daños: Las nubes de puntos proporcionan una representación tridimensional precisa de la superficie del pavimento, lo que permite identificar deformaciones, fisuras, baches o irregularidades con gran exactitud. Los usuarios de la red pueden compartir modelos 3D que reflejan el estado actual de los pavimentos, facilitando la discusión y el análisis colaborativo sobre las mejores soluciones de reparación.
- b) Monitoreo y seguimiento del deterioro: Las nubes de puntos permiten el monitoreo a lo largo del tiempo del deterioro de la infraestructura vial, generando modelos comparativos entre diferentes momentos para identificar el progreso de los daños. Este tipo de información puede ser compartida dentro de la red para evaluar la efectividad de intervenciones previas o planificar futuras acciones de conservación.
- c) Optimización del diseño y conservación: La precisión de las nubes de puntos ayuda a los ingenieros a optimizar el diseño de pavimentos y las estrategias de conservación. Compartir esta información en la red permite analizar de manera colaborativa diferentes enfoques de mantenimiento y diseño, especialmente en proyectos complejos como carreteras de alto tráfico o en condiciones geográficas difíciles.



Figura 24 - Intercambio de información Ortofoto

3.5.3. Intercambio de información Modelo Federado

Un Modelo Federado en infraestructura vial reúne diversos submodelos (estructural, geotécnico, pavimento, drenaje, señalización, entre otros) en un único modelo coordinado, facilitando el análisis y la toma de decisiones a nivel colaborativo. En el

contexto del Entorno común de datos EvalPav Network, el uso de un visualizador de Modelo Federado permite un intercambio técnico y colaborativo en varias áreas clave:

- a) Colaboración y coordinación en tiempo real: El visualizador de modelo federado, facilitando la detección de interferencias y la revisión colaborativa en tiempo real. Dentro del Entorno común de datos EvalPav Network, los miembros pueden revisar simultáneamente la infraestructura vial en desarrollo, identificar problemas como interferencias, y proponer soluciones técnicas. Esto acelera la resolución de conflictos y asegura la coherencia entre los diferentes componentes del proyecto.
- b) Visualización avanzada de texturas y materiales: Los modelos federados permiten la visualización precisa de las propiedades materiales y texturas de los pavimentos y otros elementos de la infraestructura. En el contexto del Entorno común de datos EvalPav Network, esto facilita el intercambio de información detallada sobre los materiales utilizados, permitiendo evaluar su rendimiento visualmente en combinación con análisis estructurales y geotécnicos. Por ejemplo, se pueden visualizar grietas, fisuras o deterioros en la superficie del pavimento, integrados en el modelo global para un análisis más preciso.
- c) Colaboración en la revisión técnica y auditorías: Permite compartir modelos interactivos que son accesibles para revisiones técnicas y auditorías, mejorando la transparencia y la calidad de las inspecciones. Los participantes del Entorno común de datos EvalPav Network pueden realizar auditorías colaborativas sobre el modelo



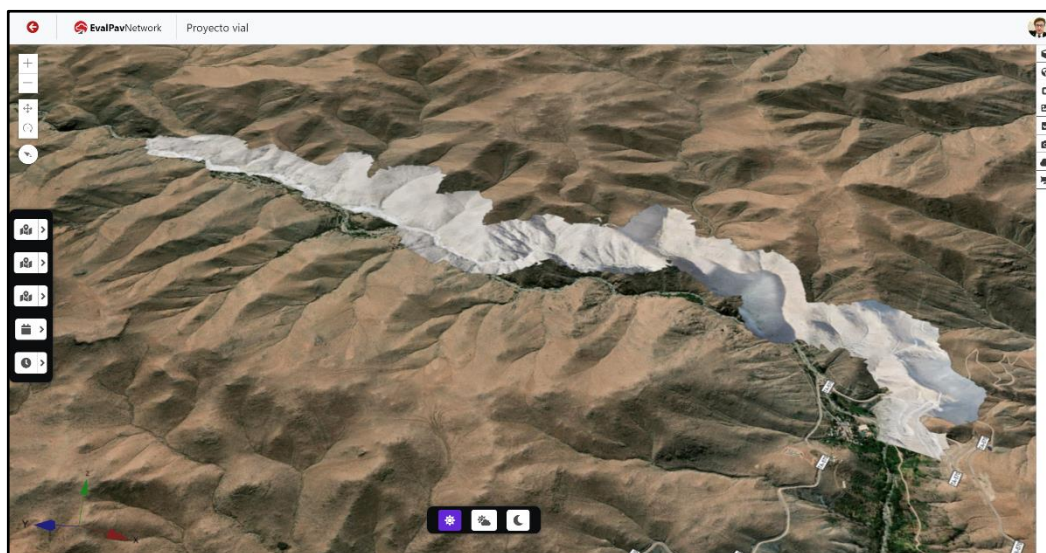
federado, revisando en detalle las soluciones constructivas, el cumplimiento de normativas técnicas, y la coherencia entre los distintos submodelos, todo en un entorno visualmente intuitivo.

Figura 25 - Intercambio de información Modelo Federado

3.5.4. Intercambio de información BIM-GIS

El intercambio de información en el Entorno común de datos EvalPav Network aplicando el visualizador de modelos integrados BIM-GIS, implica el uso de tecnologías avanzadas para la gestión y conservación de infraestructuras viales, fusionando el modelado paramétrico de información de construcción (BIM) con datos geospaciales de alta precisión provenientes de sistemas de información geográfica (GIS). Este enfoque optimiza el análisis multiescalar y multiparamétrico en las etapas de diseño, operación y mantenimiento de pavimentos. Permitiendo:

- a) Interoperabilidad basada en estándares abiertos: La interoperabilidad entre BIM y GIS en el entorno del Entorno común de datos EvalPav Network se basa en la utilización de formatos y estándares abiertos como IFC (Industry Foundation Classes), lo que facilita la integración de datos entre diferentes plataformas y disciplinas. Esto permite un flujo de trabajo continuo y una gestión centralizada de los datos del proyecto, asegurando que todos los stakeholders tengan acceso a la misma información actualizada y precisa, reduciendo riesgos y errores en la toma de decisiones.
- b) Modelado 4D y 5D para la gestión de ciclo de vida de pavimentos: El BIM-GIS facilita la integración de modelos tridimensionales con información temporal (4D) y financiera (5D). Los participantes en la red pueden compartir modelos que no solo



representan la geometría y componentes de los pavimentos, sino que además permiten simular fases constructivas y sus correspondientes impactos en costos. Esta interacción entre tiempo, costo y diseño genera datos valiosos para la gestión integral del ciclo de vida del pavimento.

Figura 26 - Intercambio de información BIM-GIS

3.5.5. Intercambio de información Vistas

El intercambio de información en el Entorno común de datos EvalPav Network mediante un visualizador de vistas consiste en la captura y generación de representaciones visuales de modelos y datos de infraestructura vial provenientes de diversas plataformas (BIM, GIS, nube de puntos, ortofotos). Estas visualizaciones, obtenidas para análisis detallados, son luego utilizadas en reuniones técnicas de evaluación para facilitar la discusión, toma de decisiones y coordinación entre los distintos actores del proyecto.

- a) Generación de vistas desde plataformas especializadas: Las vistas son capturadas desde visualizadores 3D, BIM, GIS, o modelos federados, utilizando diferentes tipos de representaciones, como ortofotos georreferenciadas, nubes de puntos, o vistas de modelos paramétricos. Estas capturas incluyen información técnica relevante, como geometría de pavimentos, análisis topográficos, e interferencias estructurales.
- b) Uso en reuniones técnicas y coordinación: En las reuniones, las vistas generadas se utilizan como herramientas para la observación técnica colaborativa. Los especialistas pueden evaluar problemas detectados, discutir soluciones, y tomar decisiones basadas en información visual detallada, lo que acelera la identificación de problemas como deformaciones, interferencias, o condiciones adversas del entorno.
- c) Análisis comparativo y seguimiento del progreso: El visualizador permite generar vistas de diferentes fases del proyecto, lo que posibilita comparaciones directas entre el estado inicial y el progreso actual. Esto es esencial para monitorear la evolución del proyecto, identificar desviaciones respecto al plan, y tomar decisiones correctivas en las reuniones.
- d) Interoperabilidad y acceso remoto: Las tomas generadas son compatibles con diferentes formatos y pueden ser exportadas para su acceso remoto en reuniones virtuales. Esto permite a los miembros del ECD EvalPav Network participar de manera colaborativa. Los datos visualizados pueden incluir enlaces directos a los modelos originales para una revisión más detallada durante la reunión si es necesario.



Figura 27 - Intercambio de información Vistas

4. Sistema de gestión de pavimentos EvalPav Network

4.1. Gestión vial

4.1.1. Evaluación superficial

La evaluación superficial en el entorno común de datos EvalPav Network dentro de un sistema de gestión de pavimentos consiste en recopilar, procesar y analizar datos clave sobre las condiciones superficiales del pavimento para su gestión efectiva. Este entorno facilita el intercambio de información entre distintos actores del proyecto y permite la centralización de datos en un formato accesible y estandarizado. Interoperabilidad de datos: Al centralizar todos los datos en un entorno común, se facilita el acceso a información crítica desde diferentes plataformas y formatos, lo que mejora la eficiencia en la gestión del pavimento.

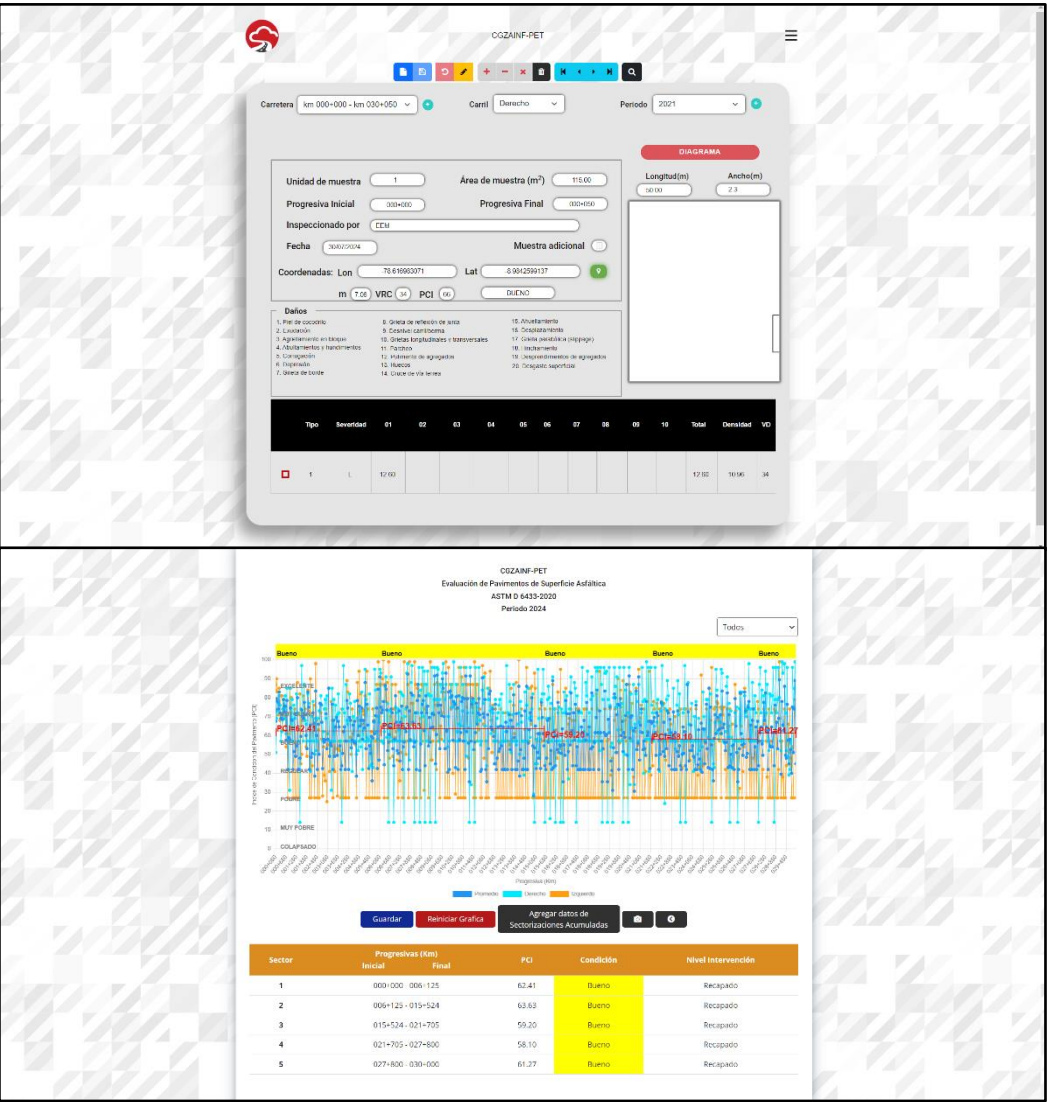


Figura 28 - Interfaz y Evaluación Superficial (Índice de condición del pavimento) en el EvalPav Network

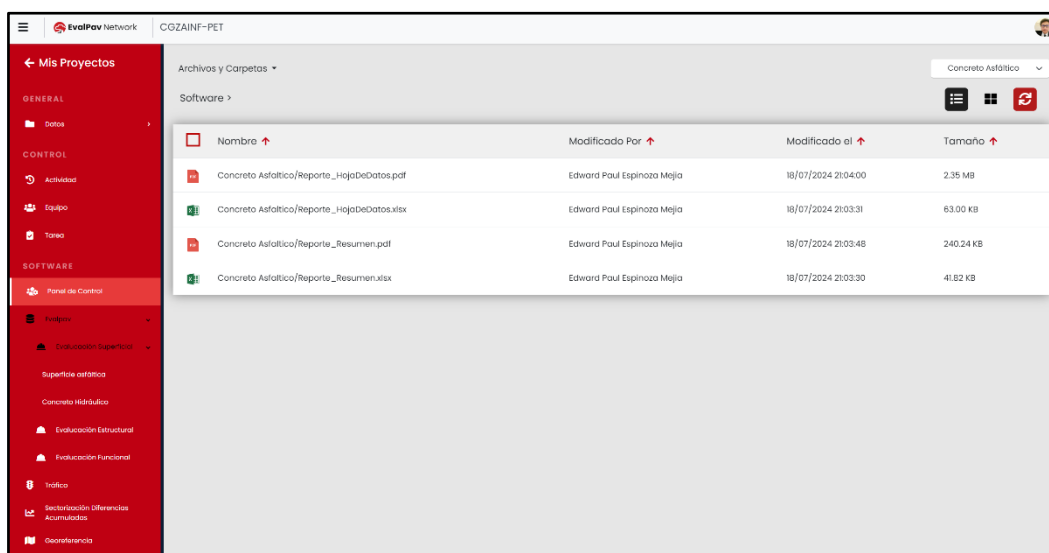


Figura 29 - Obtención de resultados almacenados en el ECD EvalPav Network

4.1.2. Evaluación estructural

La evaluación estructural en el entorno común de datos EvalPav Network para un sistema de gestión de pavimentos se enfoca en el análisis detallado de las características estructurales del pavimento, con el objetivo de determinar su capacidad de carga, identificar problemas internos y planificar estrategias de mantenimiento o rehabilitación. Este enfoque permite gestionar los pavimentos de manera eficiente, integrando datos multidimensionales en un entorno colaborativo.



Figura 30 - Interfaz y Gráfica de Evaluación Estructural en el EvalPav Network

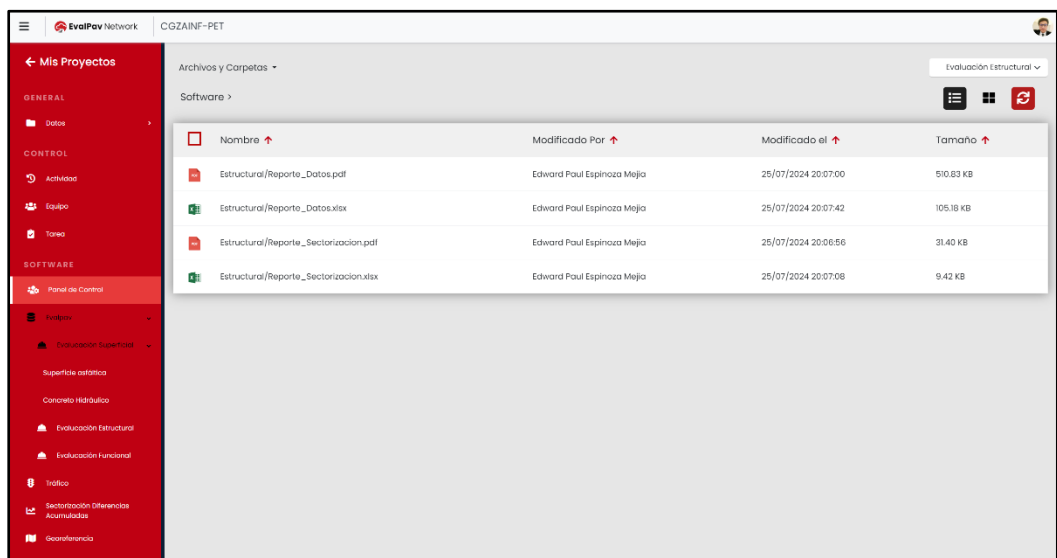


Figura 31 - Obtención de resultados almacenados en el ECD EvalPav Network

4.1.3. Evaluación funcional

La evaluación funcional en el entorno común de datos EvalPav Network dentro de un sistema de gestión de pavimentos permite analizar el nivel de confort y seguridad de la superficie del pavimento para los usuarios, basándose en la rugosidad de la vía. Este índice es una métrica estándar utilizada en todo el mundo para cuantificar la irregularidad de una carretera, afectando directamente la experiencia del usuario y el desgaste de los vehículos.

The screenshot shows the 'Evaluación Funcional' (Functional Evaluation) interface. At the top, there are filters for 'Carretera' (Road) set to 'km 000+000 - km 000+550', 'Carri' (Lane) set to 'Derecho' (Right), and 'Período' (Period) set to '2024'. Below these is a 'Tabla de Datos' (Data Table) with columns for 'Progresiva Inicio (Km)', 'Progresiva Fin (Km)', 'Medición 1 Huella Izquierda', 'Medición 1 Huella Derecha', 'Medición 1 Promedio', 'Medición 2 Huella Izquierda', 'Medición 2 Huella Derecha', 'Medición 2 Promedio', 'Medición 3 Huella Izquierda', 'Medición 3 Huella Derecha', 'Medición 3 Promedio', 'IR Promedio', 'Eventos', 'Latitud', and 'Longitud'. The table contains data for several road segments. On the right side, there are buttons for 'Agregar' (Add), 'Grabar' (Save), 'Cancelar' (Cancel), 'Modificar' (Modify), 'Eliminar' (Delete), and 'Eliminar General' (General Delete). At the bottom, there is a pagination bar showing '1' of '60' items.

Progresiva Inicio (Km)	Progresiva Fin (Km)	Medición 1 Huella Izquierda	Medición 1 Huella Derecha	Medición 1 Promedio	Medición 2 Huella Izquierda	Medición 2 Huella Derecha	Medición 2 Promedio	Medición 3 Huella Izquierda	Medición 3 Huella Derecha	Medición 3 Promedio	IR Promedio	Eventos	Latitud	Longitud
000+000	000+100	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	GIBA	0	0
000+100	000+200	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	GIBA	0	0
000+200	000+300	2.53	3.31	2.92	2.64	3.12	2.88	3.16	3.09	3.12	2.97	--	-8.98466	-78.6152
000+300	000+400	2.65	2.77	2.71	2.33	2.80	2.57	2.67	2.71	2.69	2.66	--	-8.98492	-78.6143
000+400	000+500	2.89	2.57	2.73	2.67	3.08	2.88	2.95	2.71	2.83	2.81	--	-8.98545	-78.6138
000+500	000+600	2.19	2.77	2.48	2.35	2.33	2.34	2.38	2.88	2.63	2.48	--	-8.9861	-78.613
000+600	000+700	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	GIBA	0	0

Figura 32 - Interfaz de Evaluación Funcional en EvalPav Network

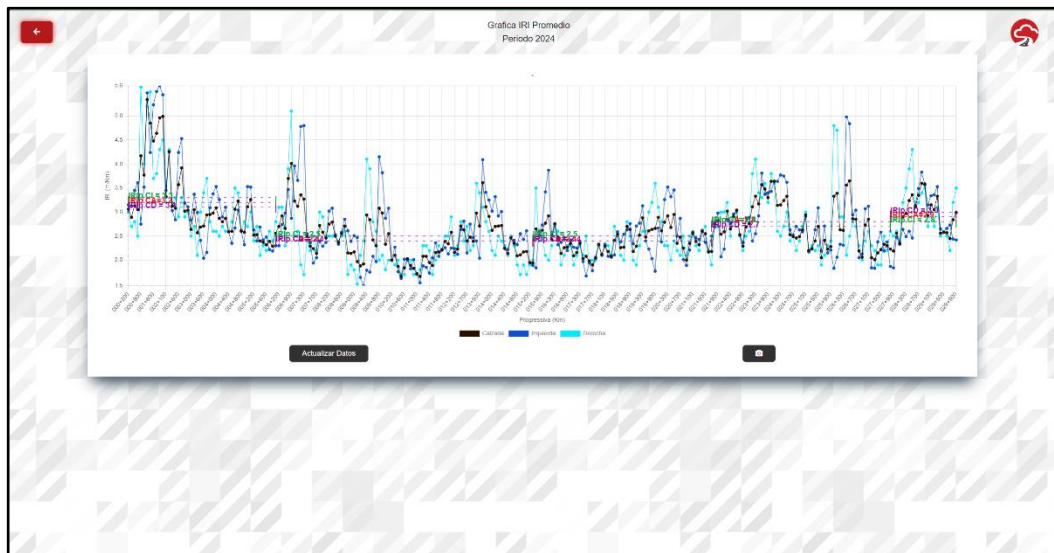


Figura 33 - Gráfica de Evaluación Funcional en EvalPav Network

EvalPav Network CGZAINF-PET				
Archivos y Carpetas				
Software				
Nombre	Modificado Por	Modificado el	Tamaño	
Funcional/Reporte_Funcional_Carri_Derecho.pdf	Edward Paul Espinoza Mejia	25/07/2024 20:57:30	184.00 KB	
Funcional/Reporte_Funcional_Carri_Izquierdo.pdf	Edward Paul Espinoza Mejia	25/07/2024 20:56:45	184.33 KB	
Funcional/Reporte_Funcional_Datos_Derecho.xlsx	Edward Paul Espinoza Mejia	25/07/2024 20:56:57	38.99 KB	
Funcional/Reporte_Funcional_Datos_General.pdf	Edward Paul Espinoza Mejia	25/07/2024 20:57:06	92.86 KB	
Funcional/Reporte_Funcional_Datos_General.xlsx	Edward Paul Espinoza Mejia	25/07/2024 20:57:01	21.34 KB	
Funcional/Reporte_Funcional_Datos_Izquierdo.xlsx	Edward Paul Espinoza Mejia	25/07/2024 20:56:58	39.29 KB	
Funcional/Reporte_Funcional_Resumen.pdf	Edward Paul Espinoza Mejia	25/07/2024 20:56:51	31.57 KB	
Funcional/Reporte_Funcional_Resumen.xlsx	Edward Paul Espinoza Mejia	25/07/2024 20:57:04	9.52 KB	

Figura 34 - Obtención de resultados almacenados en el EvalPav Network

4.1.4. Tráfico – Sectorización acumulada

La sectorización acumulada de tráfico en el entorno común de datos EvalPav Network dentro de un sistema de gestión de pavimentos es un proceso avanzado para organizar, analizar y visualizar los volúmenes de tráfico en una red vial. Este enfoque permite identificar patrones de tráfico y su impacto acumulado sobre el pavimento en diversas secciones, facilitando una planificación precisa del mantenimiento y la rehabilitación.

CCZAR PET

Simulaciones por Diferenciales Acumulados (D)

	Programacion Actual (Días)	Programacion Final (Días)	D
1	900-000	900-120	2.10E+0
2	900-120	9-04-219	1.10E+0
3	9-04-219	10-1-220	1.00E+0
4	10-1-220	10-1-220	2.00E+0
5	10-04-000	10-04-000	2.00E+0

33

4.1.5. Georreferencia

La georreferencia en el entorno común de datos (ECD) de EvalPav Network es un proceso esencial en la gestión de pavimentos, ya que permite localizar con precisión los datos y análisis del estado del pavimento en un contexto geoespacial. Esta funcionalidad mejora la organización, visualización y análisis de la información, facilitando una toma de decisiones más precisa y eficiente en la planificación del mantenimiento y rehabilitación de infraestructuras viales.

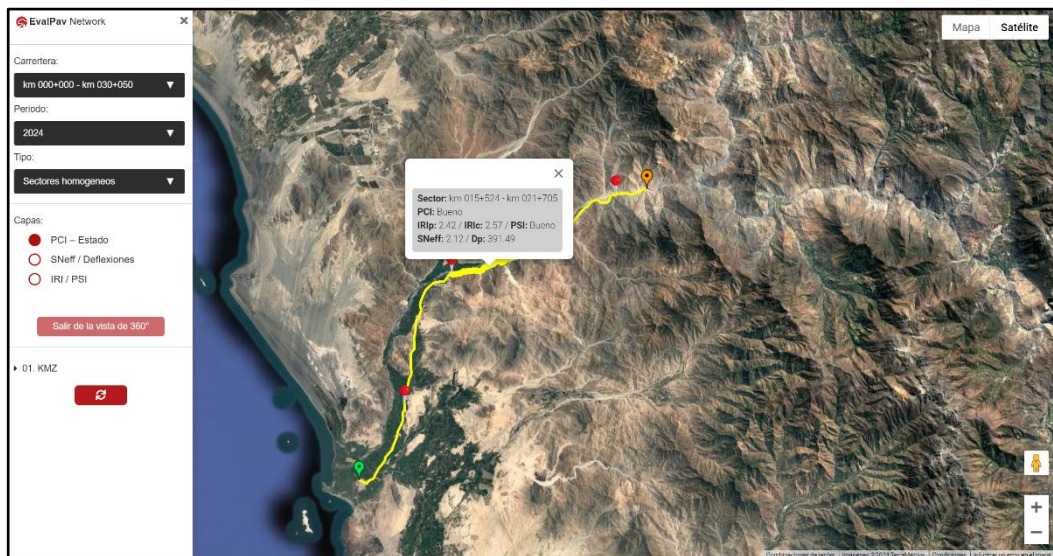


Figura 36 - Sectores Homogeneos de PCI – Estado en georreferencia

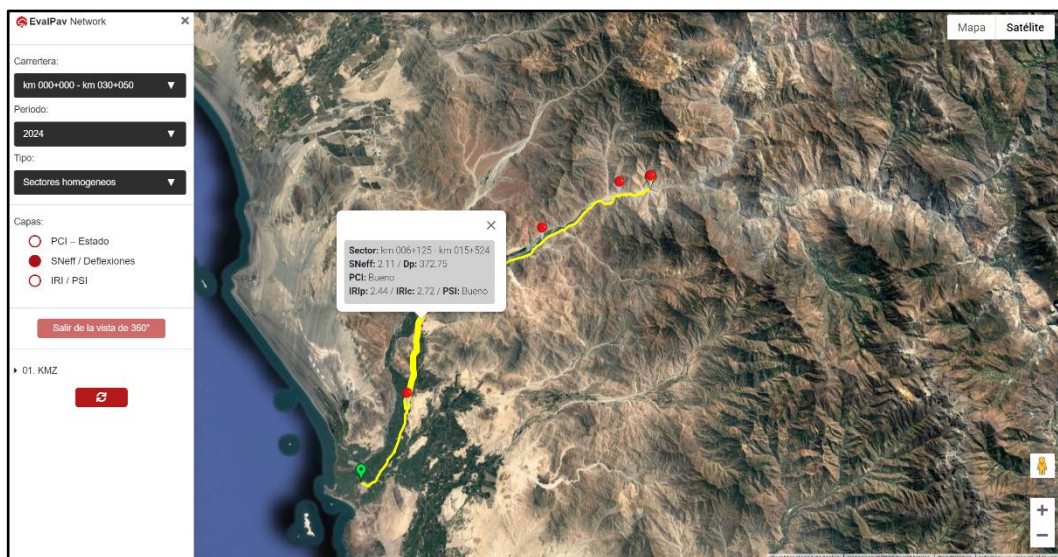


Figura 37 - Sectores Homogeneos de Sneft/Deflexiones en georreferencia

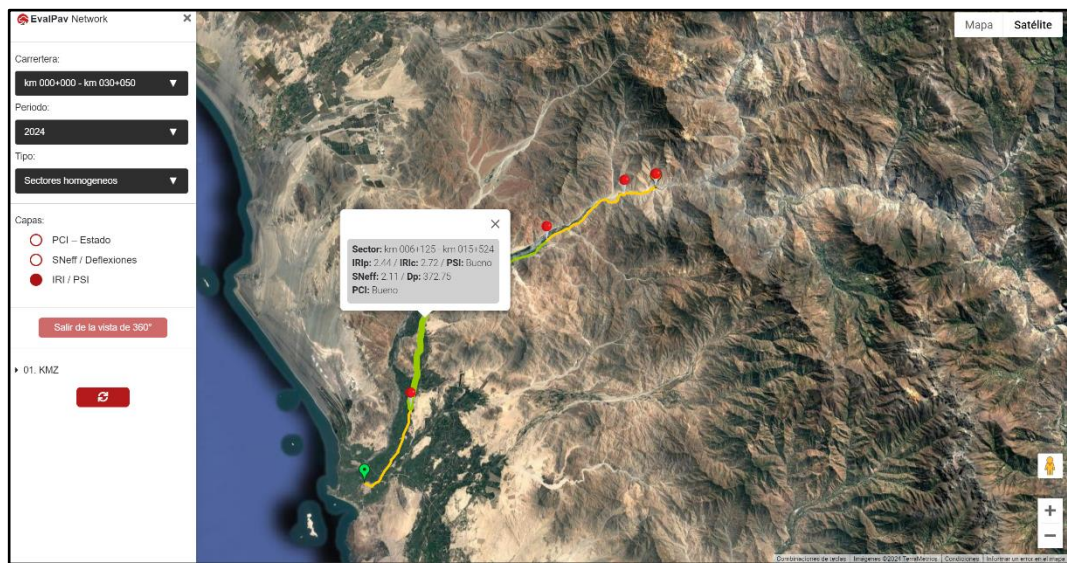


Figura 38 - Sectores Homogeneos de IRI/PSI en georreferencia

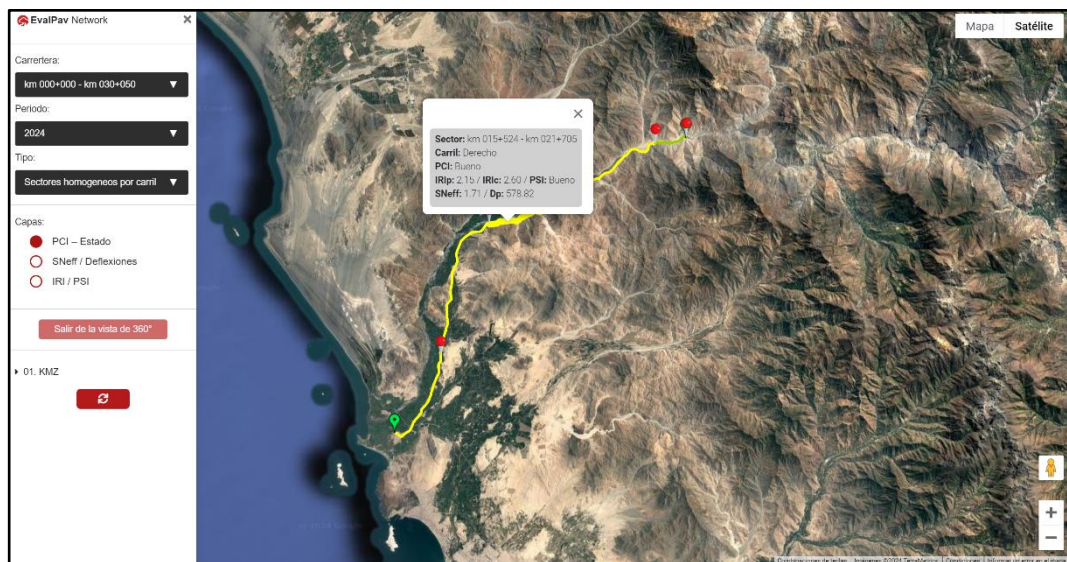


Figura 39 - Sectores Homogeneos por carril en georreferencia

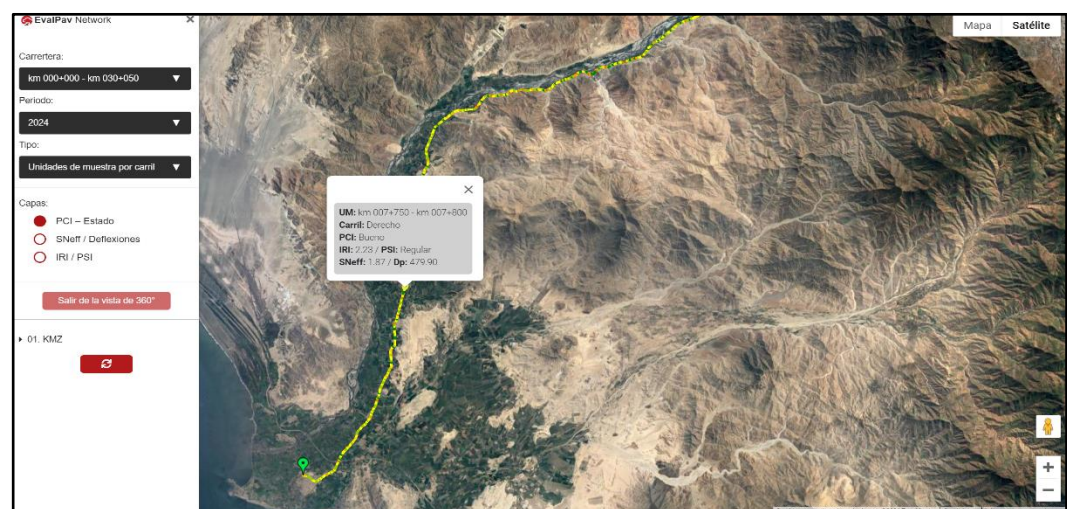


Figura 40 - Unidades de muestra por carril en georreferencia

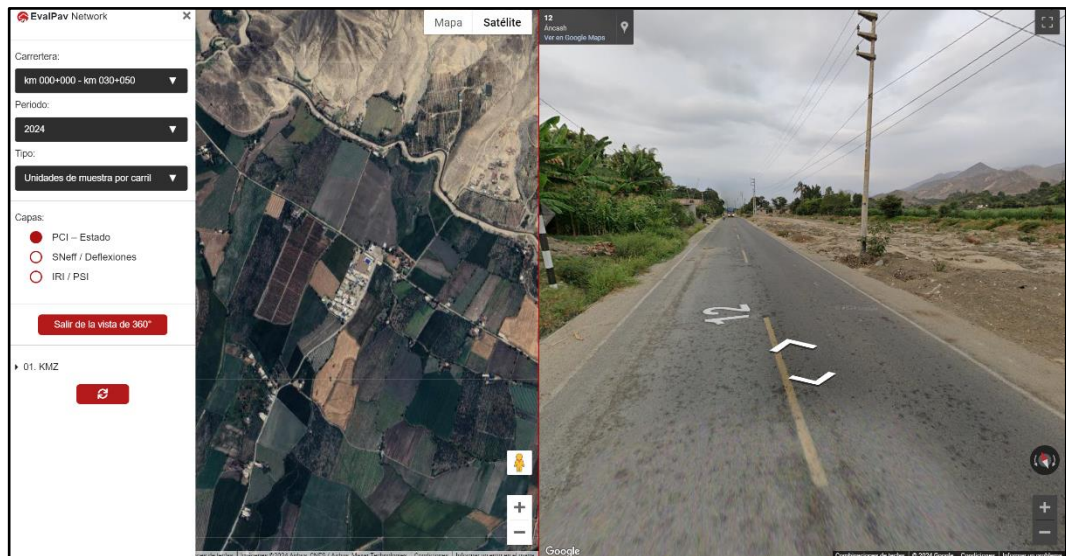


Figura 41 - Vista de cámara 360° en georreferencia

4.2. Nivel de Red (se incluye vistas BIM-SIG, donde se muestra la información de planeación y presupuesto general)

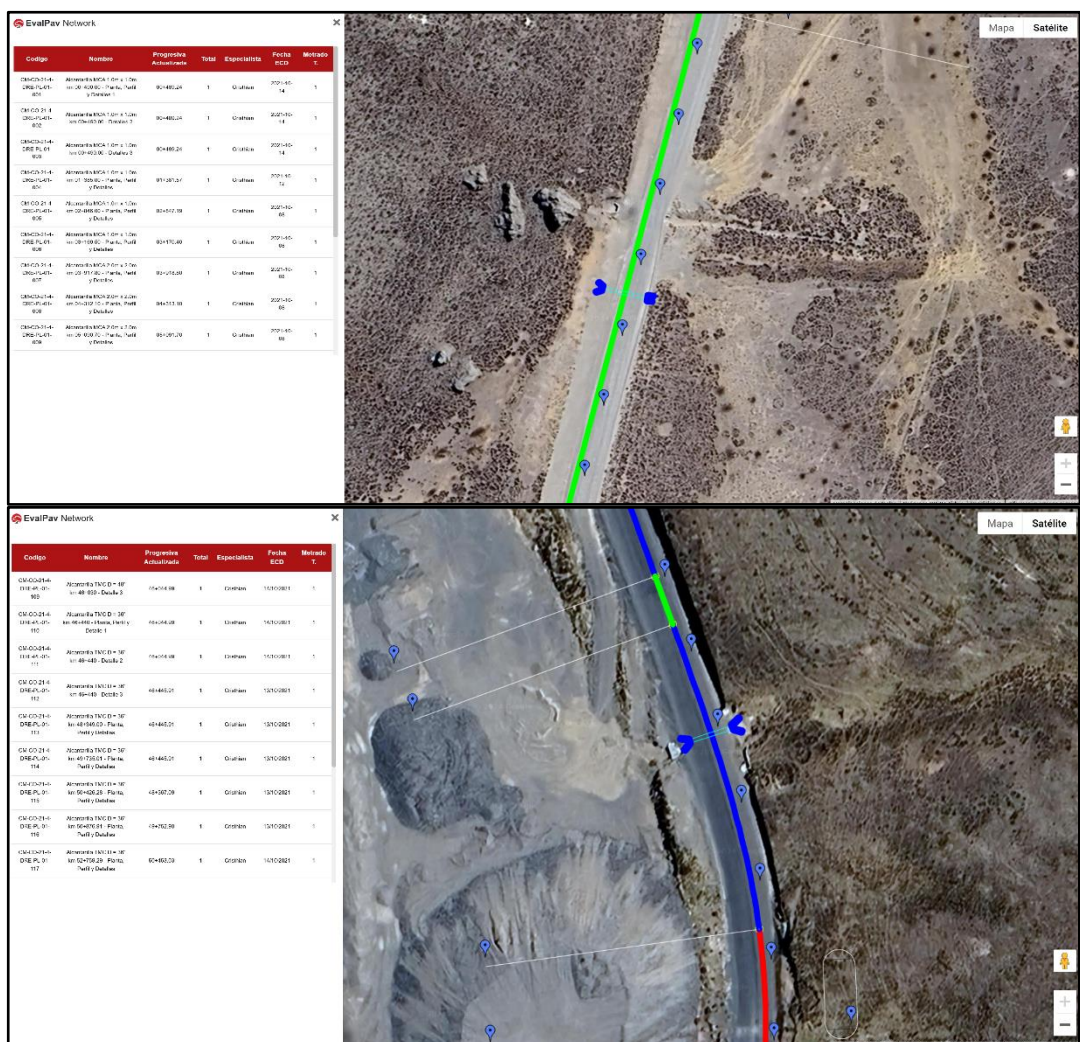


Figura 42 - Nivel de red Vista BIM-GIS

4.3. Nivel de proyecto

4.3.1. Inventario



Figura 43 - Inventario vial BIM-GIS

4.3.2. Medida de condición

4.3.3. Predicción de la condición futura

4.3.4. Análisis para la gestión

5. Resultados del ECD y sistema de gestión de información EvalPav Network;

5.1. De acuerdo con el objetivo general de desarrollar un Entorno Común de Datos (ECD) e Inteligencia Artificial (IA) para la gestión de pavimentos utilizando BIM 7D, se obtienen los siguientes resultados:

- ✚ El sistema permitió recopilar y almacenar de manera centralizada todos los datos relevantes del inventario y la condición de los pavimentos, tales como tipo de material, estado actual, y reparaciones anteriores.
- ✚ La integración de datos en un único entorno permitió eliminar la fragmentación de la información, lo que anteriormente ocasionaba ineficiencias en la toma de decisiones.
- ✚ Mediante algoritmos de IA integrados en el ECD, fue posible estimar el deterioro futuro de los pavimentos con un alto grado de precisión.
- ✚ El análisis predictivo permitió planificar intervenciones de mantenimiento preventivo, mejorando la durabilidad de la infraestructura vial y reduciendo los costos a largo plazo.
- ✚ La propuesta de proyectos adecuados para la rehabilitación y mantenimiento de pavimentos, basada en datos reales y predicciones de IA, permitió asignar de manera eficiente los recursos financieros disponibles.
- ✚ El sistema propuso estrategias optimizadas de presupuesto que minimizaron el costo total de propiedad de la infraestructura vial.
- ✚ El ECD facilitó una comunicación más fluida y efectiva entre los gestores de infraestructura, administradores y contratistas, permitiendo una toma de decisiones más colaborativa y fundamentada.
- ✚ La disponibilidad de datos actualizados en tiempo real promovió una mayor transparencia entre las autoridades encargadas de la infraestructura y el público, mejorando la percepción del manejo de recursos viales.
- ✚ El BIM 7D permitió llevar un control exhaustivo del ciclo de vida de los pavimentos, desde su construcción hasta su mantenimiento, mediante un monitoreo constante y la actualización continua de información.

6. Conclusiones

- ✚ El desarrollo de un ECD integrado con IA y BIM 7D ha demostrado ser una solución eficaz para la centralización de datos en la gestión de pavimentos, facilitando un análisis más profundo y preciso de la condición de la infraestructura vial.
- ✚ La disponibilidad de un sistema centralizado promueve la toma de decisiones fundamentadas, reduciendo los costos asociados al mantenimiento reactivo y mejorando la eficiencia operativa.
- ✚ La integración de IA en el sistema de gestión ha permitido mejorar significativamente la capacidad de predicción del deterioro de los pavimentos, lo que ha sido clave para la planificación de mantenimientos preventivos y la extensión de la vida útil de las carreteras.
- ✚ La optimización del presupuesto mediante un análisis más riguroso de la condición actual y futura de los pavimentos ha permitido un uso más eficiente de los recursos financieros destinados a la infraestructura vial, garantizando intervenciones en los momentos óptimos.
- ✚ La implementación del ECD ha promovido una mayor colaboración entre las partes interesadas, mejorando la coordinación y el flujo de información entre los actores involucrados en la gestión de pavimentos, lo que resultó en decisiones más rápidas y efectivas.

7. Recomendaciones

-  Se recomienda continuar expandiendo el uso de IA y BIM 7D en la gestión de pavimentos para mejorar la eficiencia en otros aspectos como la gestión de riesgos y la sostenibilidad ambiental de los proyectos viales.
-  Es crucial proporcionar capacitación continua a los profesionales encargados de la gestión vial para que puedan aprovechar al máximo las capacidades del ECD, IA y BIM 7D, y así mantener una gestión eficiente y actualizada.
-  Se sugiere explorar la integración de otras tecnologías emergentes y el análisis de Big Data para mejorar aún más la precisión en el monitoreo de pavimentos y la predicción de su estado futuro.
-  El ECD debe ser actualizado y monitoreado de manera constante para asegurar que la información sobre los pavimentos esté siempre actualizada, lo que es fundamental para la planificación efectiva de las intervenciones y la optimización de los recursos.

8. Bibliografía

Akinosho, T. D., Oyedele, L. O., Bilal, M., Ajayi, S. O., Delgado, J. M., Akinade, O. O., & Ahmed, A. (2020). Deep learning in the construction industry: A review of present status and future innovations. *Journal of Building Engineering*, 32, 101827. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101827>

Alreshidi, E., Mourshed, M., & Rezgui, Y. (2021). Cloud-based BIM governance platform requirements and specifications: Software engineering approach using BPMN and UML. *Automation in Construction*, 124, 103534. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103534>

Dantas, T. E., Pereira, G. M., Santana, J. C. C., & Soares, C. A. P. (2021). Towards sustainable development in highway infrastructure projects: Application of BIM and LCA. *Journal of Cleaner Production*, 281, 125321. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125321>

Das, S., & Lavy, S. (2020). Sustainability integration in project management processes: A case study of construction projects using BIM. *Journal of Management in Engineering*, 36(5), 04020065. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000801](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000801)