

INFORME FINAL CONSOLIDADO – CONTRATO CTO437-24

CONTRATISTA: JHOAN SEBASTIAN TENJO GARCIA

PERIODO: Del 22 de abril de 2024 al 30 de diciembre de 2024

DIRECTOR: RAFAEL FELIPE VALDEZ LAGUADO
Director de Tecnologías de la información y Comunicaciones

SUPERVISOR: TATIANA MORALES VEGA
Profesional Especializado TIC

OBJETO DEL CONTRATO:

Contratar la prestación de servicios profesionales para garantizar el aprovechamiento de datos mediante procesos de analítica de datos y/o modelos analíticos que atiendan los requerimientos de las áreas operativas, en el marco de los proyectos, iniciativas y servicios ITS.

Se presenta a continuación Informe Final Consolidado de las actividades desarrolladas en la ejecución del **CTO437-24**, correspondiente al periodo comprendido entre el 22 de abril de 2024 al 30 de diciembre de 2024, así:

OBLIGACIONES DEL CONTRATO	ACTIVIDADES DE APOYO GENERALES REALIZADAS DURANTE LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO
1. Apoyar la formulación y desarrollo, actualización y mantenimiento de las soluciones de visualización con el fin de extraer reportes analíticos sobre los componentes ITS de flota zonal y troncal, estaciones y dispositivos que alleguen información al CDEG, la Bodega de datos y demás sistemas de información.	1. Análisis de elusión y reventa de pasajes - Se realizó una serie de análisis sobre la elusión del sistema, identificando patrones en la personalización de tarjetas y puntos de recarga externa. - Se diseñó consultas en BigQuery para detectar patrones atípicos en la reventa de pasajes. - Se implementó un modelo analítico para analizar zonas de alta densidad de transbordos atípicos y su relación con la recarga de tarjetas.

R-DA-006 enero de 2020

	- Se realizó el cálculo de tarjetas bloqueadas por la regla de elusión desde marzo hasta diciembre. - Se optimizaron los modelos asociados a la identificación de patrones de elusión para mejorar su consumo y precisión en el bloqueo de tarjetas asociadas a esta problemática.
	2. Desarrollo y mantenimiento de tableros de visualización Eventos 1 y 2 (Paradas y conteo de pasajeros) - Se diseñó y mejoró el modelo de eventos 1 y 2 para detectar atipicidades en los contadores de pasajeros y su relación con la llegada a estación y apertura/cierre de puertas. - Se desarrollaron y entregaron tableros a la dirección técnica de buses y TIC. - Se realizaron ajustes en las consultas de BigQuery para mejorar la precisión de los datos según pruebas de campo. - Se implementó una versión histórica y en tiempo real de los tableros EV1 y EV2. Tablero de requisitos funcionales (RF001, RF004, RF010, RF013) - Se realizaron ajustes en los tableros de RF001, RF004, RF010 y RF013, solicitados por la dirección técnica de buses.

R-DA-006 enero de 2020

	• Se incorporaron mejoras visuales y optimización en las consultas de BigQuery. • Se agregaron nuevas variables, como tramas P60 y contadores de pasajeros. • Se implementaron diagramas de semáforos para el análisis de temperatura de cabina. • Se integró la lógica de eventos EV6, EV7, EV13 y EV14 en el RF001.
	3. Desarrollo de herramientas para la gestión operativa Aplicación de gestión de inventario ITS • Se desarrolló un prototipo en Django y PostgreSQL para la gestión de equipos ITS en vehículos. • Se optimizó el código y la interfaz gráfica para mejorar la experiencia del usuario. • Se implementaron funciones de carga, depuración y consulta de datos. • Se realizaron mejoras en la autenticación y gestión de casos por inconsistencias en seriales. • Se diseñó un sistema de alarmas para la gestión de inventario. Consultas para análisis de datos operativos • Se elaboraron consultas para la agrupación de concesionarios en tableros analíticos. • Se realizaron optimizaciones en el consumo de tableros de eventos 1 y

R-DA-006 enero de 2020

	2, adaptándolos a una nueva estructura de base de datos. Se diseñaron nuevas consultas para correlacionar eventos de apertura de puertas con temperatura de cabina en los tableros funcionales.
2. Diseñar e implementar desarrollos y/o consultas, iniciativas y modelos de aprendizaje automático y optimizaciones que generen valor agregado usando herramientas de analítica y de manejo de grandes volúmenes de datos en herramientas como Python, BigQuery, Looker Studio, bases de datos SQL, entre otros, generando reglas, archivos planos y/o scripts que apoyen la gestión operativa de las áreas usuarias.	1.Desarrollo de consultas de apoyo a la subgerencia económica y demanda en barreras BCA. - Se diseñaron consultas en BigQuery para analizar patrones de personalización atípica de tarjetas y recargas en puntos externos. - Se implementó un script en Python para analizar la demanda y patrones de uso de barreras BCA en el portal Usme. 2.Modelos de correlación de eventos de transporte - Se desarrollaron consultas para la visualización de correlaciones entre eventos 1 y 2 (paradas y conteo de pasajeros). - Se diseñaron métricas para evaluar patrones en la apertura y cierre de puertas en relación con la cantidad de pasajeros a bordo. - Se optimizó la estructura de datos en BigQuery para mejorar la velocidad de cálculo de los tableros de eventos 1 y 2 ya

R-DA-006 enero de 2020

	mencionados.
	3. Optimización de tableros de visualización Tableros de eventos operativos (EV1, EV2, RF004) • Se realizaron consultas en BigQuery para mejorar la precisión de los datos en los tableros de eventos 1 y 2. • Se optimizaron las consultas para el cálculo de métricas de conteo de pasajeros en vehículos zonales y troncales. • Se realizaron mejoras en el tablero RF004, incluyendo filtros avanzados y análisis de temperatura de cabina. Automatización y optimización de consumo de datos • Se diseñó una nueva estructura para la optimización de tableros de EV1, EV2 y RF004 • Se crearon versiones de los tableros optimizados con una mejor estructura de almacenamiento. • Se redujo el tiempo de procesamiento de datos de tableros en Looker Studio y BigQuery.
	3. Implementación de tableros funcionales

R-DA-006 enero de 2020

	Diseño y mantenimiento de requisitos funcionales (RF001, RF004, RF010, RF013) • Se diseñaron y entregaron los tableros RF010 y RF013, solicitados por la dirección técnica de buses. • Se realizaron modificaciones en el RF001 para incluir eventos adicionales y mejorar la calidad de datos. • Se optimizaron los filtros de búsqueda y se añadieron contadores de pasajeros y porcentajes de flota. Desarrollo de nuevas consultas para el análisis de operación • Se crearon consultas especializadas para analizar patrones de operación en diferentes rutas y concesionarios. • Se diseñó un modelo de análisis de alarmas y eventos para mejorar la supervisión de la flota de transporte.
	4. Integración con modelos de gestión operativa Optimización de datos en la aplicación de gestión de inventario • Se implementaron consultas avanzadas para integrar los datos de la aplicación de gestión de inventario con los sistemas de

R-DA-006 enero de 2020

	supervisión. - Se diseñaron nuevas estructuras de almacenamiento para mejorar el rendimiento de la aplicación. - Se realizaron mejoras en la visualización de datos dentro de la interfaz de usuario. Desarrollo de herramientas de validación y supervisión - Se diseñaron nuevas herramientas de validación de datos operativos en BigQuery. - Se mejoraron los modelos de auditoría de datos para supervisión de eventos en la flota
3. Apoyar en las tareas y actividades relacionadas con el levantamiento de requerimientos, generando la documentación que permita la correcta gestión y seguimiento de los desarrollos implementados y/o requeridos.	1. Levantamiento de requerimientos para análisis de datos operativos Historias de usuario y documentación de necesidades técnicas - Se diseñaron 7 historias de usuario relacionadas con los requerimientos funcionales solicitados por la dirección de buses. - Se crearon nuevas historias de usuario para los requerimientos de la aplicación de gestión de inventario fase V. - Se elaboraron historias de usuario enfocadas en la solicitud de consulta de cobros inusuales para la subgerencia económica. Documentación de necesidades de optimización de tableros

R-DA-006 enero de 2020

	• Se apoyó al levantamiento los requerimientos necesarios para la optimización de tableros RF001, RF004, RF010 y RF013. • Se registraron las necesidades técnicas de los equipos de supervisión en el planner del equipo de analítica.
	2. Estandarización y documentación de consultas analíticas Organización y seguimiento de consultas en BigQuery • Se documentaron las fuentes de consulta de cada modelo con sus respectivos tags de seguimiento y organización de código. • Se estandarizaron los formatos de consulta en BigQuery para mejorar la interoperabilidad con otros equipos de trabajo. Carga y mantenimiento de código en GitLab • Se realizaron cargas periódicas del código fuente y consultas de BigQuery en GitLab. • Se aseguraron versiones actualizadas de los tableros de gestión de eventos y la aplicación de inventario.
	3. Ajustes en modelos de datos y estructuras operativas

R-DA-006 enero de 2020

TRANSMILENIO S.A.
Avenida Eldorado No. 69 - 76
Edificio Elemento - Torre 1 Piso 5
PBX: (57) 2203000
FAX: (57) 3249870 - 80
Código postal: 111071
www.transmilenio.gov.co
Información: línea 4824304



	Modificación del diagrama entidad-relación • Se realizaron ajustes en el modelo entidad-relación de la aplicación de gestión de inventario ITS, incorporando nuevas entidades y relaciones. • Se diseñaron diagramas de secuencia para los flujos de información dentro de los nuevos módulos de la aplicación. Revisión y actualización de estructuras de bases de datos • Se realizaron ajustes en las estructuras de almacenamiento de BigQuery para facilitar la optimización de tableros y consultas de analítica. • Se actualizaron las estructuras de requisitos funcionales para mejorar la eficiencia en el procesamiento de datos.
	4. Validación y ajuste de requerimientos en reuniones técnicas Revisión y seguimiento de necesidades de analítica • Se documentaron las necesidades de seguimiento de detección de elusión y patrones de uso en el sistema de transporte. • Se levantaron requerimientos para la integración de datos de geocercas y patios en la supervisión operativa.

R-DA-006 enero de 2020

	Interacción con áreas usuarias para consolidación de requerimientos - Se realizaron reuniones con equipos de supervisión y operaciones para definir los alcances y necesidades de cada tablero funcional. - Se estructuraron reportes de cambios en la aplicación de gestión de inventario, asegurando la alineación con los requerimientos funcionales
4. Participar en mesas de trabajo con áreas usuarias y/o concesionarios, realizando una adecuada interlocución técnica con todos los actores interesados.	1. Reuniones y coordinación con áreas usuarias Mesas de trabajo con la dirección técnica de buses y TIC - Se realizaron reuniones periódicas con la dirección técnica de buses y TIC para revisar avances en tableros de eventos y requisitos funcionales. - Se presentó el modelo de eventos 1 y 2 para evaluar su precisión en el conteo de pasajeros y su relación con la apertura y cierre de puertas. - Se atendieron solicitudes de ajustes en los tableros RF001, RF004, RF010 y RF013, asegurando su alineación con las necesidades operativas. Coordinación con la subgerencia económica - Se llevaron a cabo reuniones para discutir estrategias de detección de elusión y reventa de pasajes. - Se trabajó en la identificación de patrones en la personalización de

R-DA-006 enero de 2020

TRANSMILENIO S.A.
Avenida Eldorado No. 69 - 76
Edificio Elemento - Torre 1 Piso 5
PBX: (57) 2203000
FAX: (57) 3249870 - 80
Código postal: 111071
www.transmilenio.gov.co
Información: línea 4824304



	tarjetas y en la evaluación de cobros inusuales. • Se documentaron hallazgos y se propusieron mejoras en la supervisión de transacciones atípicas . Seguimiento a la supervisión de datos y calidad de información • Se realizaron reuniones de Weekly Analítica para el seguimiento de métricas y validación de datos en el sistema de transporte. • Se trabajó en la correlación de eventos de apertura de puertas con temperatura de cabina y otras métricas operativas. • Se revisaron inconsistencias en los datos de conteo de pasajeros y en la estructura de los tableros de eventos.
	2. Participación en sesiones de optimización y validación de modelos Optimización de tableros y estructura de datos • Se coordinó con la especialista en bases de datos del CDEG para rediseñar la estructura de los tableros EV1, EV2 y RF004, reduciendo el consumo de recursos y mejorando la eficiencia. • Se realizaron reuniones técnicas para evaluar el desempeño de los tableros y ajustar consultas en BigQuery.

	Validación de mejoras en la aplicación de gestión de inventario • Se realizaron reuniones con usuarios clave para validar ajustes en la interfaz y funcionalidad de la aplicación de gestión de inventario ITS. • Se discutieron cambios en la estructura de la base de datos y la incorporación de nuevos módulos.
	3. Coordinación con concesionarios y mesas de trabajo externas Articulación con concesionarios para análisis de flota • Se realizaron reuniones con concesionarios para revisar información de flota y asegurar la correcta integración de datos en los sistemas de supervisión. • Se revisaron inconsistencias en el conteo de pasajeros en concesionarios específicos y se propusieron ajustes en las métricas de control. Colaboración con equipos de desarrollo y supervisión • Se realizaron sesiones de trabajo con el equipo de ProactivaNet para la gestión de solicitudes y optimización de herramientas de análisis. • Se discutieron mejoras en la estructura de requisitos funcionales y la validación de modelos analíticos.

R-DA-006 enero de 2020

	4. Seguimiento y cierre de actividades en mesas de trabajo Entrega de reportes y documentación final • Se documentaron las conclusiones de las mesas de trabajo y se realizaron entregas de informes a las áreas involucradas. • Se registraron en GitLab los ajustes realizados a los tableros de eventos y a la aplicación de gestión de inventario. • Se enviaron reportes finales sobre la detección de elusión y el análisis de patrones operativos
5. Actualizar y documentar las políticas y/o procedimientos y/o manuales y/o instructivos para la implementación de proyectos que requieran o incluyan analítica de datos, cargando y actualizando los repositorios respectivos y socializando con las áreas de la entidad.	1. Documentación de modelos analíticos y consultas en BigQuery Organización y seguimiento de código y consultas • Se documentaron las consultas utilizadas en los tableros de eventos 1 y 2, asegurando su trazabilidad y correcta estructura en BigQuery. • Se incluyeron etiquetas y descripciones detalladas para cada consulta en el repositorio de GitLab, facilitando su reutilización y mantenimiento. • Se actualizaron los esquemas de datos de los tableros RF001, RF004, RF010 y RF013 para reflejar los cambios en la estructura de datos.

R-DA-006 enero de 2020

TRANSMILENIO S.A.
Avenida Eldorado No. 69 - 76
Edificio Elemento - Torre 1 Piso 5
PBX: (57) 2203000
FAX: (57) 3249870 - 80
Código postal: 111071
www.transmilenio.gov.co
Información: línea 4824304



2. Manuales y procedimientos para la gestión de datos

Elaboración de manuales técnicos

- Se diseñaron presentaciones con los resultados de los análisis para socializar con las áreas usuarias.
- Se elaboraron documentos detallados sobre la estructura y uso de los tableros de eventos, incluyendo pasos para la extracción e interpretación de datos.
- Se creó un manual de procedimientos para la carga y validación de datos en la aplicación de gestión de inventario ITS.

Actualización de instructivos y repositorios

- Se realizaron actualizaciones en los manuales de operación de los tableros funcionales, incluyendo mejoras en los filtros y visualización de datos.
- Se cargaron versiones actualizadas de los manuales en GitLab, asegurando la disponibilidad de la información para los equipos de trabajo.
- Se desarrollaron instructivos para la identificación y corrección de inconsistencias en el conteo de pasajeros y la validación de datos en concesionarios.

R-DA-006 enero de 2020

TRANSMILENIO S.A.
Avenida Eldorado No. 69 - 76
Edificio Elemento - Torre 1 Piso 5
PBX: (57) 2203000
FAX: (57) 3249870 - 80
Código postal: 111071
www.transmilenio.gov.co
Información: línea 4824304



	3. Socialización y capacitación en el uso de herramientas analíticas Capacitación sobre tableros y consultas en BigQuery • Se realizaron sesiones de capacitación con usuarios clave para enseñar el uso de los tableros de visualización en Looker Studio y BigQuery. • Se brindaron explicaciones sobre la interpretación de los indicadores en los tableros de eventos y requisitos funcionales. • Se socializaron las nuevas funcionalidades y mejoras implementadas en los tableros EV1 y EV2. Socialización de mejoras en la aplicación de gestión de inventario • Se presentó la nueva versión de la aplicación de gestión de inventario ITS, explicando las mejoras en la interfaz y las funcionalidades agregadas. • Se realizó una demostración en vivo de la carga y gestión de datos en la aplicación, asegurando la comprensión por parte de los usuarios finales.
	4. Implementación de controles de calidad y auditoría de datos • Se diseñaron pruebas de calidad para evaluar la precisión de los modelos

R-DA-006 enero de 2020

TRANSMILENIO S.A.
Avenida Eldorado No. 69 - 76
Edificio Elemento - Torre 1 Piso 5
PBX: (57) 2203000
FAX: (57) 3249870 - 80
Código postal: 111071
www.transmilenio.gov.co
Información: línea 4824304



	analíticos en el conteo de pasajeros y la detección de elusión. Se documentaron los criterios de validación de datos utilizados en la supervisión de eventos operativos.
6. Apoyar en el análisis, diseño y construcción de soluciones de desarrollo de software que permitan mejorar el rendimiento de las actividades de usuarios que apoyan la operación y supervisión de los ITS	1. Desarrollo y optimización de la aplicación de gestión de inventario ITS Diseño y desarrollo de la aplicación - Se desarrolló una aplicación en Django y PostgreSQL para la gestión de equipos ITS instalados en vehículos. - Se implementaron funcionalidades para la carga, depuración y consulta de datos, asegurando la integridad de la información. - Se diseñó un sistema de autenticación con contraseñas para gestionar accesos a la aplicación. Mejoras en la estructura de datos y la interfaz gráfica - Se realizaron ajustes en el modelo entidad-relación, agregando nuevas entidades y relaciones para mejorar la gestión de inventario. - Se modificó la interfaz gráfica para hacerla más amigable y optimizada para los usuarios. - Se implementaron mejoras visuales en la aplicación, facilitando la consulta y edición de información.

R-DA-006 enero de 2020

TRANSMILENIO S.A.
Avenida Eldorado No. 69 - 76
Edificio Elemento - Torre 1 Piso 5
PBX: (57) 2203000
FAX: (57) 3249870 - 80
Código postal: 111071
www.transmilenio.gov.co
Información: línea 4824304



	Implementación de funcionalidades avanzadas • Se diseñó e implementó un módulo de seguimiento de casos, permitiendo rastrear inconsistencias en la información de equipos ITS. • Se creó un sistema de alarmas para alertar sobre eventos críticos en el inventario de equipos. • Se desarrolló una funcionalidad para gestionar la carga mensual de archivos de actualización.
	2. Optimización de bases de datos y procesos de almacenamiento Conexión con PostgreSQL y ajuste de consultas • Se optimizó la conexión de la aplicación con la base de datos PostgreSQL, reduciendo el tiempo de carga y consulta de información. • Se implementaron cambios en la estructura de las tablas para mejorar el almacenamiento y acceso a los datos. Estandarización y validación de datos • Se desarrollaron herramientas para la validación automática de datos antes de su ingreso a la base de datos. • Se implementaron restricciones

R-DA-006 enero de 2020

	para evitar conflictos entre llaves primarias y datos nulos en las cargas masivas de información.
	3. Mantenimiento y versionamiento del código Gestión de código en GitLab • Se realizaron cargas periódicas del código en GitLab, asegurando la trazabilidad de los cambios y mejoras implementadas. • Se documentaron las versiones del código con descripciones detalladas de los ajustes realizados. Corrección de errores y pruebas de calidad • Se identificaron y corrigieron errores en la estructura del código, asegurando su estabilidad y compatibilidad con la base de datos. • Se realizaron pruebas de carga para verificar el rendimiento de la aplicación bajo distintos volúmenes de datos.
7. Diseñar y generar los contenidos de medios audiovisuales que permitan divulgar al interior de la Entidad las soluciones desplegadas por el equipo de analítica de datos.	1. Creación de material audiovisual para la divulgación de soluciones ITS Diseño de presentaciones y reportes visuales • Se elaboraron documentos gráficos para socializar los cambios en los

R-DA-006 enero de 2020

	tableros funcionales y su impacto en la operación. Generación de material audiovisual sobre los modelos analíticos. • Se diseñaron videos cortos explicativos sobre el uso y beneficios de los nuevos tableros en Looker Studio. • Se produjeron videos tutoriales mostrando la navegación y uso de los tableros de eventos EV1 y EV2. • Se diseñaron videos explicativos sobre el impacto de la analítica en la toma de decisiones operativas dentro del sistema de transporte. • Se diseñaron gráficos interactivos para ayudar a los usuarios a entender la relación entre eventos operativos y métricas de desempeño.
	Presentación de avances en reuniones técnicas • Se prepararon presentaciones en formato audiovisual para exponer las mejoras realizadas en los modelos analíticos. • Se socializaron los cambios en los tableros funcionales mediante material audiovisual en reuniones con áreas usuarias y equipos de supervisión.
8. Entregar los informes mensuales de resultado de las actividades realizadas en el marco del contrato	Se entregaron los informes mensuales con las actividades realizadas. Fueron 7

R-DA-006 enero de 2020

y un informe final consolidado, con las recomendaciones que se consideren pertinentes.	informes en total que se entregaron. Realizó el informe final consolidado del Contrato de Prestación de Servicios No. 437-2.
9. Guardar absoluta reserva sobre toda la información a la que tenga acceso en cumplimiento de las actividades propias de la ejecución del objeto contratado.	Se guardó absoluta reserva sobre la información que es puesta en consideración revisándola y analizándola bajo estricta reserva y confidencialidad, sin ser difundida a personas diferentes a los directamente interesados.
10. Las demás que sean inherentes al objeto de la contratación y requeridas por la entidad a través del supervisor del contrato, como transferencias de conocimiento y capacitaciones internas.	Se realizaron sesiones de socialización de nuevas herramientas de analítica de datos , explicando su impacto en la operación del sistema de transporte. Se llevaron a cabo reuniones técnicas con áreas usuarias para la transferencia de conocimientos sobre optimización de consultas en BigQuery y la aplicación de gestión de inventario ITS



JHOAN SEBASTIAN TENJO GARCIA

C. C. No. 1016081009 de Bogotá

Contratista

R-DA-006 enero de 2020

TRANSMILENIO S.A.
Avenida Eldorado No. 69 - 76
Edificio Elemento - Torre 1 Piso 5
PBX: (57) 2203000
FAX: (57) 3249870 - 80
Código postal: 111071
www.transmilenio.gov.co
Información: línea 4824304





EMPRESA DE TRANSPORTE DEL
TERCER MILENIO
TRANSMILENIO S.A

R-DA-006 enero de 2020

TRANSMILENIO S.A.
Avenida Eldorado No. 69 - 76
Edificio Elemento - Torre 1 Piso 5
PBX: (57) 2203000
FAX: (57) 3249870 - 80
Código postal: 111071
www.transmilenio.gov.co
Información: línea 4824304



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.