



Unidad de Planeación
Minero Energética



Integración y entrega continua

Políticas y estándares

SUBDIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN



UPME
Av Calle 26 # 69D – 91 Torre 1 – Piso 9
Bogotá – Colombia
Tel.: +57 6012220601
upme.gov.co

**UNIDAD DE PLANEACIÓN
MINERO ENERGÉTICA - UPME**

MANUEL PEÑA SUÁREZ
Director General (E)

JOHANNA STELLA CASTELLANOS
Subdirectora Gestión de la Información

Equipo Subdirección Gestión de la Información

JUAN ANTONIO DOMÍNGUEZ
RAFAEL SANTOS ARNEDO MENDOZA
FABIAN GARZÓN GARCÍA

República de Colombia - Ministerio de Minas y Energía
Septiembre 2025

TABLA DE CONTENIDO

2. MARCO CONCEPTUAL	5
3. OBJETIVO GENERAL	6
4. ALCANCE	7
5. GLOSARIO DE TÉRMINOS	7
6. ROL ADMINISTRADOR DEL SISTEMA DE INTEGRACIÓN Y ENTREGA CONTINUA	8
7. INTEGRACIÓN Y ENTREGA CONTINUA	9



INTRODUCCIÓN

Los datos y los sistemas que los gestionan constituyen el activo más estratégico para la planeación y la toma de decisiones en el Estado. En la Unidad de Planeación Minero-Energética – UPME, la modernización de la gestión tecnológica es esencial para asegurar que la información del sector fluya con oportunidad, confiabilidad y trazabilidad, habilitando políticas públicas basadas en evidencia y respaldadas por un soporte técnico sólido.

En este contexto, la adopción de prácticas de Integración y Entrega Continua (CI/CD) se convierte en un habilitador clave para la UPME. Estos procesos garantizan que las aplicaciones, microservicios y plataformas de datos puedan evolucionar de manera ágil y controlada, asegurando que cada nuevo desarrollo se integre y entregue de forma automática, además se someta a pruebas de calidad, y se despliegue en ambientes de forma segura y escalable. De esta forma, se reduce el riesgo de fallos, se mejora la velocidad de entrega y se asegura la alineación con las necesidades dinámicas del sector minero-energético.

La implementación de CI/CD no se limita al aspecto técnico, sino que constituye un marco institucional de gobernanza digital. Esto permite a la UPME consolidar una arquitectura tecnológica que responda a los lineamientos de interoperabilidad del Estado, incorpore estándares abiertos, y garantice la disponibilidad y resiliencia de los servicios críticos. Además, facilita la integración de múltiples fuentes de información (mercado eléctrico, hidrocarburos, minería, energías renovables, entre otros) bajo un esquema de control de versiones, trazabilidad y despliegue automatizado.

El presente documento establece las políticas y lineamientos para la adopción de CI/CD en la UPME. Abarca desde la definición de estándares de versionamiento, pruebas y seguridad, hasta la estructuración de pipelines automatizados en ambientes de desarrollo, pruebas y producción. Asimismo, se incluyen directrices para el monitoreo, la observabilidad y la retroalimentación continua, con el fin de garantizar que cada entrega tecnológica fortalezca la misión institucional de la UPME y genere valor tangible para el sector y la ciudadanía.

2. MARCO CONCEPTUAL

En la Unidad de Planeación Minero-Energética – UPME, la modernización tecnológica exige asegurar que los sistemas, aplicaciones y datos puedan gestionarse de manera ágil, confiable y segura. Este documento reúne los conceptos básicos que fundamentan la adopción de prácticas de Integración y Entrega Continua (CI/CD), con el fin de organizar los procesos de desarrollo y despliegue tecnológico bajo una estructura clara y coherente. De esta manera, quienes participan en la cadena de valor digital de la UPME pueden confiar en la calidad de los entregables y garantizar que los servicios tecnológicos estén disponibles para el sector y la ciudadanía.

1. Integración y entrega continua

Se entiende por CI/CD el conjunto de prácticas que permiten integrar de manera automática los cambios en el código, ejecutar pruebas de calidad y desplegar las aplicaciones en ambientes controlados. La Integración continua (CI) asegura que cada cambio en el código se verifique automáticamente, previniendo errores y reduciendo tiempos de detección de fallos, y la Entrega y despliegue continuo (CD) garantizan que las aplicaciones y servicios se publiquen de manera rápida y segura en los entornos productivos, con mínimo riesgo y máximo control.

2. Gestión de Desarrollos

Gestionar el ciclo de vida de las aplicaciones implica administrar todas las etapas por las que pasan los desarrollos tecnológicos: desde la planificación, construcción y pruebas, hasta el despliegue, monitoreo y eventual retiro. En la UPME, este ciclo debe estar alineado con: la gobernanza de datos, las políticas de interoperabilidad del Estado, y las necesidades de resiliencia y escalabilidad del sector minero-energético.

3. Políticas de información

Las políticas son las reglas que definen cómo se construyen, validan, publican y monitorean los servicios tecnológicos en la UPME. incluyen:

- Roles y responsabilidades en los equipos de desarrollo y operaciones,
- Criterios de seguridad y control de accesos,
- Procedimientos de pruebas automatizadas,
- Condiciones para la publicación en cada ambiente (desarrollo, pruebas, producción),

Estas políticas se ajustan a los lineamientos de Gobierno Digital, las normas de seguridad de la información y la legislación colombiana sobre transparencia y protección de datos.

4. Estándares CI/CD

Los estándares aseguran que los desarrollos sean consistentes, reutilizables y portables entre plataformas. En CI/CD, estos estándares abarcan:

- Contenerización con Docker o equivalentes.
- Orquestación con Kubernetes/K3s.
- Versionamiento con Git/GitLab.
- Automatización de pipelines con GitLab CI/CD, GitHub Actions o ArgoCD.
- Normas de seguridad (OWASP, NIST, ISO 27001).

Monitoreo y trazabilidad con herramientas como Prometheus, Grafana y Loki.

5. Principios

- Interoperabilidad: que los servicios tecnológicos puedan integrarse con plataformas estatales y sectoriales sin depender de un proveedor único.
- Calidad y trazabilidad: que cada cambio en el código esté documentado y probado, garantizando confianza en los despliegues.
- Automatización: reducir procesos manuales, evitando errores humanos y aumentando la velocidad de entrega.
- Actualización constante: permitir que los servicios evolucionen sin interrupciones, incorporando mejoras y parches de seguridad.
- Seguridad y confidencialidad: proteger los repositorios, pipelines y artefactos frente a accesos no autorizados o vulnerabilidades.

3. OBJETIVO GENERAL

Definir las reglas, lineamientos y buenas prácticas que permitan a la UPME organizar, automatizar y proteger sus procesos de Integración y Entrega Continua (CI/CD), de manera que los sistemas, aplicaciones y servicios digitales sean siempre confiables, seguros, trazables y estén disponibles de forma oportuna para apoyar la planeación y la toma de decisiones en el sector minero-energético.

4. ALCANCE

Este documento aplica a todas las dependencias, proyectos y procesos de la UPME que desarrollen, administren o usen aplicaciones, microservicios, modelos de datos o servicios digitales, incluyendo:

- Ciclo de vida del software y servicios digitales: diseño, desarrollo, pruebas, integración, despliegue, monitoreo, mantenimiento y retiro.
- **Tipos de entregables:** aplicaciones web, APIs, microservicios, contenedores, scripts de analítica y ETL, modelos de datos y dashboards.
- **Herramientas y plataformas:** sistemas de control de versiones (Git, GitLab, Github), entornos de integración y despliegue (GitLab CI/CD, ArgoCD, GitHub Actions), contenerización (Docker) y orquestación (Kubernetes/K3s).
- **Estandarización de pipelines:** define las etapas mínimas para construir, probar, validar seguridad y desplegar servicios, asegurando integridad y compatibilidad.
- **Relación con terceros:** lineamientos para la interoperabilidad e intercambio con entidades estatales, contratistas, academia y ciudadanía, en armonía con la política de Gobierno Digital, la estrategia de Datos Abiertos y las normas de seguridad de la información.

Quedan excluidas las actividades que no involucren desarrollo o despliegue de software, o que deban regirse por normativas especializadas diferentes a las aquí definidas.

5. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Pipeline CI/CD:** flujo automatizado de etapas que permiten integrar, probar y desplegar software de manera continua, garantizando calidad y consistencia en los entregables.
- **Repositorio (Git/GitLab):** espacio centralizado donde se almacena, versiona y gestiona el código fuente, asegurando trazabilidad de cambios y colaboración entre equipos.
- **Contenedor (Docker):** unidad de software empaquetada que incluye el código, dependencias y configuraciones necesarias para ejecutar una aplicación de forma consistente en distintos entornos.
- **Orquestador (Kubernetes/K3s):** plataforma que gestiona automáticamente el despliegue, escalamiento y operación de contenedores, asegurando alta disponibilidad y resiliencia.
- **ArgoCD/Jenkins:** herramienta de entrega continua, que sincroniza automáticamente los despliegues de acuerdo con la configuración declarada en los repositorios.
- **Artefacto:** producto generado durante un pipeline (imagen de contenedor, paquete de software, archivo de configuración), que puede ser almacenado y utilizado en los despliegues.
- **Testing automatizado:** conjunto de pruebas de software (unitarias, de integración, de seguridad) ejecutadas automáticamente para validar la calidad antes del despliegue.
- **Rollback:** mecanismo que permite regresar a una versión anterior de una aplicación en caso de fallos durante el despliegue.
- **Observabilidad:** capacidad de un sistema para ser monitoreado en tiempo real mediante métricas, logs y trazas, con el fin de anticipar fallos y garantizar disponibilidad.
- **DevSecOps:** práctica que integra la seguridad como un componente transversal en todo el ciclo de vida del software, desde el desarrollo hasta la operación.

6. ROL ADMINISTRADOR DEL SISTEMA DE INTEGRACIÓN Y ENTREGA CONTINUA

La Subdirección de Gestión de la Información actuará como Administrador del Sistema de Integración y Entrega Continua (CI/CD) de la UPME. En esta Calidad, le corresponde:

- **Gobernanza de la información y del software**

Definir las políticas, lineamientos y estándares para la construcción, integración, despliegue y operación de los sistemas de software y datos. Garantizar el cumplimiento de normas nacionales (Gobierno Digital, lineamientos MinTIC) e internacionales (ISO/IEC 12207, ISO/IEC 27001, OWASP, NIST, GitOps).

- **Administración del sistema**

Configurar, mantener y actualizar la infraestructura tecnológica asociada (repositorios Git, servidores de integración, orquestadores de contenedores, sistemas de monitoreo). Gestionar los roles y permisos de acceso, asegurando la trazabilidad y auditabilidad de todos los procesos en los pipelines CI/CD.

- **Control de calidad y validación**

Establecer pruebas automatizadas de seguridad, rendimiento y funcionalidad. Revisar, validar y aprobar los artefactos de software antes de su publicación en ambientes de prueba o producción.

- **Interoperabilidad y difusión**

Garantizar que las aplicaciones y servicios se desplieguen bajo estándares abiertos (APIs REST, OpenAPI/Swagger, OGC para datos geoespaciales, OCI para contenedores). Coordinar la integración con otras plataformas sectoriales, nacionales e internacionales.

- **Seguridad y respaldo**

Implementar protocolos de seguridad en pipelines, repositorios y contenedores (escaneo de vulnerabilidades, control de accesos, encriptación). Establecer mecanismos de respaldo y recuperación de configuraciones y artefactos críticos, en concordancia con la política institucional de seguridad digital.

- **Mejora continua**

Monitorear indicadores de desempeño, confiabilidad y uso del sistema CI/CD. Promover la capacitación continua de los equipos técnicos en prácticas DevSecOps y en herramientas de integración y despliegue automatizado.

7. INTEGRACIÓN Y ENTREGA CONTINUA

La integración y entrega continua constituye un elemento clave en los procesos de desarrollo de herramientas dentro del marco institucional de la entidad. En el contexto de la UPME, constituye un insumo esencial para garantizar la incorporación de cambios, y evidenciar la evolución y trazabilidad de los cambios realizados sobre las soluciones desarrolladas y agilizar la practicidad de los despliegues de estas.

1. Definición

Un proceso de integración y entrega continua es en esencia, un conjunto de prácticas de desarrollo de software que automatizan y aceleran la compilación, las pruebas y el despliegue de código, permitiendo lanzar nuevas versiones de forma más frecuente, rápida y fiable. Mientras la integración continua (CI) se enfoca en fusionar los cambios de código en un repositorio y ejecutar pruebas automatizadas, la entrega continua (CD) procura la automatización de la liberación de estos cambios a un repositorio de aplicaciones, facilitando el despliegue continuo automáticamente desde el repositorio hacia usuarios finales.

2. Clasificación

A nivel internacional, los procesos de CI/CD se agrupan en distintas categorías:

- **Integración continua (CI):** Automatiza la unificación frecuente de cambios en el código fuente dentro de un repositorio central. Permite detectar errores tempranamente mediante pruebas automáticas en cada commit, asegurando que el desarrollo sea estable y colaborativo
- **Pruebas automatizadas:** Ejecuta validaciones sistemáticas (unitarias, de integración, de seguridad y rendimiento) tras cada integración de cambios. Esto garantiza que los nuevos desarrollos cumplen estándares de calidad y no rompen funcionalidades existentes
- **Entrega continua (CD):** Automatiza la liberación de versiones validadas en entornos controlados, asegurando que las nuevas funcionalidades estén siempre listas para su despliegue de manera rápida y trazable
- **Despliegue automatizado:** Permite que las aplicaciones pasen a entornos de producción u otros ambientes con mínima intervención manual, mediante scripts y pipelines estructurados. Reduce errores y facilita la replicación del proceso
- **Operación:** porciones de territorio con condiciones homogéneas delimitadas por norma o regulación, cuya gestión corresponde a entidades competentes (ej. resguardos indígenas, títulos mineros, áreas protegidas).
- **Monitoreo y retroalimentación:** Recoge métricas, logs y alertas del sistema tras cada entrega, facilitando la observabilidad, la detección proactiva de posibles problemas y la toma de decisiones basada en evidencia

- **Rollback y gestión de versiones:** Permite revertir rápidamente a versiones previas en caso de errores críticos durante el despliegue, asegurando disponibilidad y reduciendo riesgos para los usuarios finales
- **Control de seguridad y cumplimiento:** Incorpora prácticas de DevSecOps en todas las etapas, como escaneo automatizado de vulnerabilidades y control de accesos, garantizando el cumplimiento normativo y la protección de datos

3. Beneficios

- **Reducción de bugs en producción:** como los pipelines de CI/CD construyen y prueban el código después de cada Push en la rama principal, esto se traduce en una cantidad considerablemente menor de bugs a nivel de producción.
- **Reducción de tiempos de entrega:** el CI/CD garantiza que el software se entrega al cliente en intervalos más cortos, con calidad y a un ritmo sostenible y durable en el tiempo.
- **Alcance ampliado de conocimientos en desarrollo de software:** dado que todos los desarrolladores rápidamente integran sus cambios a nivel de código, otros desarrolladores pueden leer y aprender de esos cambios y el conocimiento se esparce eficientemente a lo largo del equipo.
- **Reducción de conflictos en integración de commits:** este beneficio es la base del CI/CD, evitar el miedo común asociado a la integración de cambios, que resulta de haber aislado de forma permanente los cambios que cada desarrollador hizo en su entorno en la rama principal.
- **Fácil mantenimiento y actualización:** el CI/CD garantiza que el usuario final tenga su herramienta con mantenimiento oportuno a través de la solución de conflictos y actualizaciones eficientes.
- **Colaboración garantizada:** a través del modelo de responsabilidad compartida, este enfoque promueve la colaboración entre miembros de un equipo, y también entre diferentes equipos dentro de la entidad.

4. Aplicación en la UPME

4.1 Aplicación de CI/CD a Pipelines ETL y ELT

Los procesos de Extracción, Transformación y Carga (ETL) son gestionados desde pipelines centralizados y automatizados. Esta es una base excelente para adoptar el paradigma de DataOps, que aplica los principios de CI/CD al ciclo de vida de los datos, no solo del código. La implementación de DataOps implica que los cambios en los scripts, conectores o lógicas de transformación de datos se versionen, prueben y desplieguen de manera automática, al igual que una aplicación de software. Esta práctica garantiza que cada pipeline de datos, desde la ingestión hasta la puesta a disposición para el análisis, esté sometido a controles continuos que aseguren la disponibilidad y calidad de la información institucional. Un enfoque de DataOps también permite gestionar la complejidad de las fuentes de datos, los diferentes formatos y la necesidad de mantener un flujo de datos confiable y

de alta calidad para los modelos de simulación y los geoservicios que dependen de ellos. Al automatizar este proceso, se minimizan los errores humanos y se reduce el tiempo de corrección de fallas, lo que acelera el proceso de toma de decisiones.

4.2 Pruebas Continuas y Gobernanza Automatizada de la Calidad de los Datos

Un componente fundamental de DataOps es la integración de pruebas continuas en el pipeline de CI/CD. Estas pruebas van más allá de la validación del código; se enfocan en la calidad de los datos mismos. Se pueden automatizar pruebas de validación para verificar la integridad, completitud, unicidad y consistencia de los datos en cada etapa del proceso de transformación.

La automatización de estas pruebas, como parte de la estrategia de DataOps, establece una gobernanza del dato desde el código. Se asegura que solo los datos que cumplen con los estándares de calidad definidos lleguen a los repositorios de producción, lo que mejora drásticamente la fiabilidad de la información utilizada para la planificación minero-energética. Además, esta metodología permite una trazabilidad completa, ya que cada cambio en la lógica de transformación y cada validación de datos se registran en el repositorio de código (Git), permitiendo auditar y revertir cualquier cambio en caso de un fallo.

4.3 Pruebas Continuas y Gobernanza Automatizada de la Calidad de los Datos

Los datos y servicios geográficos son la base fundamental de la toma de decisiones, ya que la ubicación de yacimientos, proyectos de infraestructura y zonas de impacto son inherentes a su labor. La ausencia de un marco de automatización en este ámbito podría llevar a inconsistencias, errores manuales y una falta de trazabilidad en la gestión de sus mapas y bases de datos espaciales.

Para abordar esta necesidad, la implementación de un pipeline de Geo-CI/CD que integre los principios de CI/CD al ciclo de vida de los datos y servicios GIS es necesario. Esta estrategia se centra en el uso de contenedores Docker para empaquetar bases de datos geoespaciales como PostGIS o servidores de mapas como GeoServer. Al utilizar Docker, se asegura que los entornos de desarrollo, pruebas y producción sean idénticos, eliminando problemas de compatibilidad y garantizando que un mapa o un análisis espacial se rendericen y se comporten de la misma manera en cualquier entorno.

4.4 Pruebas Continuas y Gobernanza Automatizada de la Calidad de los Datos

Pruebas automatizadas con el reporte de calidade datos en pipeline de Geo-CI/CD:

- El versionamiento de los esquemas de bases de datos y la lógica de las consultas espaciales en un repositorio (GitLab).
- La ejecución de pruebas de validación de topología y atributos sobre los datos geoespaciales, asegurando su integridad.

- El despliegue automático de bases de datos y la publicación de geoservicios (WMS, WFS) en entornos de prueba.
- Esta propuesta asegura la consistencia, trazabilidad y reproducibilidad de los activos geoespaciales, fortaleciendo la fiabilidad de la información cartográfica que la UPME utiliza para la planeación y que sirve para la toma de decisiones sectoriales.

4.5 Implementación de MLOps para Modelos de Simulación y Analítica Avanzada

La adopción de un marco de MLOps, que extiende los principios de CI/CD al ciclo de vida de los modelos de machine learning y simulación. Un modelo de simulación no es solo código; es una combinación de código, datos de entrada, parámetros y un entorno de ejecución. Un pipeline de MLOps automatiza la gestión de estos cuatro componentes, lo que es fundamental para garantizar la robustez de los análisis de la UPME.

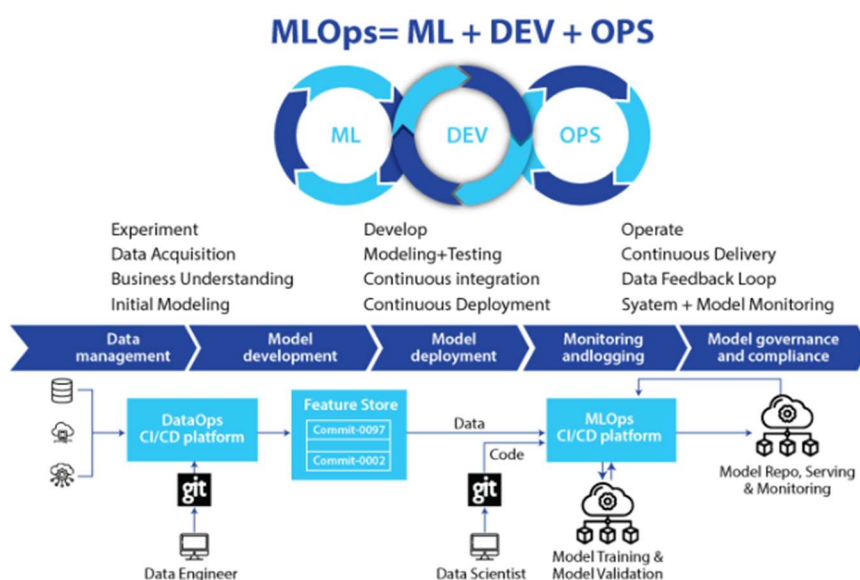


Figura 1. Esquema de ciclo de vida MLOps (tomado de [Que es MLops?](#))

En la figura 1 muestra el ciclo de vida en MLOps (ML + DEV + OPS), que integra la gestión de datos, el desarrollo, despliegue, monitoreo y gobernanza de modelos de machine learning mediante plataformas CI/CD y colaboración entre ingenieros de datos y científicos de datos. Esto permitirá una estandarización en los procesos de despliegue de modelo y manejar versionado de modelo.

4.6 Implementación de MLOps para Modelos de Simulación y Analítica Avanzada

MLOps ayuda a reproducibilidad científica de los resultados. La UPME produce análisis y proyecciones que fundamentan la política pública, y la confianza en estas decisiones depende de la capacidad de la entidad para demostrar que los resultados de sus simulaciones son consistentes y reproducibles permitiendo también la auditoría de estos resultados.

Para lograr esto, el pipeline de CI/CD debe incluir una fase de pruebas automatizadas que valide el rendimiento, la precisión y la robustez del modelo. Al igual que con los geoservicios, estas pruebas se ejecutarán en entornos estandarizados y aislados (Docker o Kubernetes), lo que elimina las "dependencias" del entorno que a menudo causan fallas y resultados inconsistentes. Al garantizar que el mismo modelo, con los mismos datos y parámetros, genere siempre el mismo resultado, la UPME fortalece la transparencia y la confianza pública en su metodología y en la solidez de la evidencia que produce. Este enfoque tecnológico no solo mejora la eficiencia, sino que también respalda un principio fundamental del Gobierno Digital.

4.7 Gestión Automatizada de Bases de Datos y APIs con CI/CD

La incorporación de bases de datos y APIs en pipelines de CI/CD permite un control técnico continuo sobre la infraestructura de datos. Cada ejecución del pipeline integra pruebas unitarias sobre consultas y procedimientos, validaciones de integridad y consistencia, así como monitoreo automatizado de rendimiento y disponibilidad de los servicios. En el caso de las APIs, se incluyen pruebas automáticas de endpoints para validar tiempos de respuesta, códigos de error y compatibilidad, además de la generación automática de documentación y la activación de alertas en caso de fallas.

Las bases de datos, por su parte, se despliegan bajo controles de consistencia y validación de datos, lo que garantiza que cualquier actualización se ejecute de forma confiable en los entornos de desarrollo, pruebas y producción.

La seguridad se asegura mediante gestión centralizada de credenciales, cifrado en tránsito (TLS/HTTPS) y mecanismos de autenticación y autorización que restringen el acceso a usuarios y servicios autorizados.

Con este enfoque, la gestión de bases de datos y APIs se integra plenamente a la estrategia de DataOps, asegurando estandarización, trazabilidad y confiabilidad técnica en todos los procesos de despliegue.



Unidad de Planeación Minero Energética



www.upme.gov.co

