MÓDULO 00: ÍNDICE GENERAL Y ROADMAP

Guía MLOps v5.0: Senior Edition

Autor: DuqueOM | Noviembre 2025

Guía MLOps: De Cero a Lead/Senior Engineer

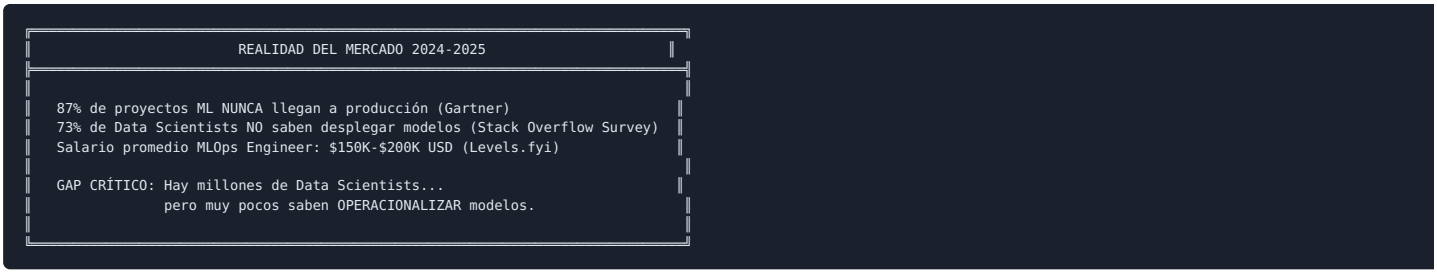
El Manual de Construcción para Ingenieros de ML Profesionales

"No solo leas código. Escríbelo, rómpelo, arréglalo, despliégalo... y entiende cuándo NO usar cada herramienta."

Nivel Inicial	Nivel Final	Metodología	Duración
Python Básico	**Lead/Senior MLOps**	**Learning by Building**	**16-20 semanas**

Visión Ejecutiva: ¿Por Qué Esta Guía?

El Problema del Mercado



La Propuesta de Valor de Esta Guía

Guías Tradicionales	Esta Guía (Senior Edition)
"Usa DVC para versionar datos"	"¿Cuándo usar DVC vs Git LFS vs Delta Lake?"
Código funcional	Código **tipado, testeado y production-ready**
Despliegue "Hello World"	Despliegue con **Secrets, Escalado y FinOps**
Diagramas ASCII básicos	**Diagramas Mermaid** + Metáforas para conceptos
Instrucciones lineales	**Trade-offs y ADRs** en cada decisión

El Mapa de Ruta: 7 Fases hacia Senior

Esta guía no es un libro de texto; es un **manual de construcción progresivo**. Cada fase añade una capa de **sofisticación técnica** y **mentalidad Senior**.

```
flowchart TB
    subgraph FASE1["🌱 FASE 1: El Puente hacia la Ingeniería"]
        M00[00 - Índice y Visión]
        M01[01 - Python Moderno para MLOps]
        M02[02 - Diseño de Sistemas ML]
    end

    subgraph FASE2[" FASE 2: Gestión del Caos"]
        M03[03 - Entornos Profesionales]
        M04[04 - Git Profesional]
        M05[05 - Ingeniería de Datos + DVC]
    end

    subgraph FASE3["⚙ FASE 3: Pipeline de Modelado"]
        M06[06 - Pipelines Sklearn Avanzados]
        M07[07 - Experiment Tracking]
        M08[08 - Testing para ML]
    end

    subgraph FASE4[" FASE 4: Empaquetado y Entrega"]
        M09[09 - GitHub Actions Avanzado]
        M10[10 - Docker Avanzado]
    end

    subgraph FASE5[" FASE 5: Despliegue"]
        M11[11 - FastAPI Profesional]
        M12[12 - Serverless vs Contenedores]
    end

    subgraph FASE6["🚀 FASE 6: Operaciones Senior"]
        M13[13 - Terraform Modular]
        M14[14 - Kubernetes para ML]
        M15[15 - Observabilidad]
    end

    subgraph FASE7[" FASE 7: El Artefacto Final"]
        M16[16 - Documentación y Ética]
        M17[17 - Proyecto Integrador]
    end

    FASE1 --> FASE2 --> FASE3 --> FASE4 --> FASE5 --> FASE6 --> FASE7
```

🌱 FASE 1: El Puente hacia la Ingeniería (Semanas 1-3)

Objetivo: Convertir a un scripter en un desarrollador que piensa en sistemas.

> ***Mentalidad Senior***: *Un Senior no escribe código que "funciona". Escribe código que* ***otros pueden mantener, testear y escalar***.

Módulo	Archivo	Contenido Clave	Entregable
00	00_INDICE.md	Visión de negocio, ROI de MLOps, estructura de la guía	Entender el "por qué"
01	01_PYTHON_MODERNO.md	**NUEVO**: Typing, Pydantic, Decoradores, OOP para ML, `src/` layout	Código tipado y modular
02	02_DISENO_SISTEMAS.md	ML Canvas, C4 Model, Diseño de Arquitectura de Datos	`ML_CANVAS.md` + Diagrama

ADR de Fase 1: ¿Por qué empezar con Python Moderno?

```
╔═══════════════════════════════════════════════════════════════╗
║  ADR-001: Incluir módulo de Python Moderno antes de herramientas MLOps
╠═══════════════════════════════════════════════════════════════╣
║  CONTEXTO:
║  La mayoría de guías MLOps asumen que el usuario sabe estructurar código
║  profesionalmente. Esto genera "deuda de aprendizaje" cuando el usuario
║  intenta implementar patrones avanzados.
║
║  DECISIÓN:
║  Incluir un módulo puente que cubra: Type Hints, Pydantic, OOP aplicado a
║  ML, y estructura de paquetes Python (`src/` layout).
║
║  CONSECUENCIAS:
║  (+) El usuario puede escribir código que pasa code review de Senior
║  (+) Las herramientas MLOps se integran mejor con código tipado
║  (-) Añade 1-2 semanas al programa
║
║  ALTERNATIVAS RECHAZADAS:
║  - Asumir conocimiento previo (genera frustración y deuda técnica)
║  - Poner como anexo (usuarios lo saltan y sufren después)
╚═══════════════════════════════════════════════════════════════╝
```

FASE 2: Gestión del Caos (Semanas 4-6)

Objetivo: Dominar la reproducibilidad a nivel código, datos y entornos.

> ***Mentalidad Senior***: *Si no puedo reproducir tu resultado en MI máquina, tu trabajo no existe.*

Módulo	Archivo	Contenido Clave	Entregable
03	03_ENTORNOS.md	venv vs Conda vs Poetry vs Docker Dev Envs - **Análisis comparativo**	`pyproject.toml` o `requirements.txt`
04	04_GIT_PROFESIONAL.md	Conventional Commits, Git Hooks, pre-commit, Estrategias de Branching	`.pre-commit-config.yaml`
05	05_INGENIERIA_DATOS.md	DVC avanzado, `dvc.yaml` DAGs, **Cuándo NO usar DVC**	Pipeline DVC funcional

Trade-offs: ¿Cuándo NO usar DVC?

Escenario	¿Usar DVC?	Alternativa	Razón
Datos < 100MB, equipo pequeño	×	Git LFS	Simplicidad, sin infra adicional
Datos streaming (Kafka, etc.)	×	Delta Lake / Lakehouse	DVC es para batch
Empresa con Data Lake existente	⚠	Integrar con existente	Evitar duplicación de esfuerzos
Datos > 1TB, múltiples versiones		DVC + Remote Storage	Para esto fue diseñado

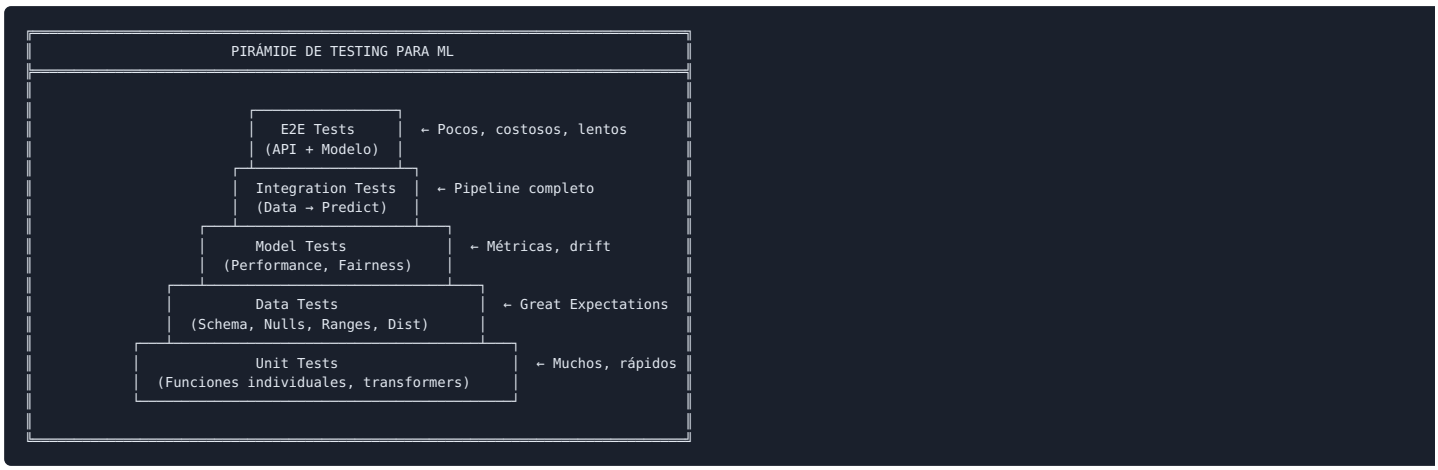
⚙ FASE 3: El Pipeline de Modelado (Semanas 7-9)

Objetivo: Transformar notebooks experimentales en código de producción testeable.

> ***Mentalidad Senior***: *Un modelo sin tests es una bomba de tiempo en producción.*

Módulo	Archivo	Contenido Clave	Entregable
06	06_PIPELINES_AVANZADOS.md	Custom Transformers, FeatureUnion, **Prevención de Data Leakage**	`pipeline.pkl` robusto
07	07_EXPERIMENT_TRACKING.md	MLflow a fondo: Registry, Signatures, **vs W&B/Neptune**	Experimentos en MLflow
08	08_TESTING_ML.md	Unit vs Integration vs **Data Tests vs Model Tests**	>80% coverage

Capas de Testing para ML (Progresivo)



FASE 4: Empaquetado y Entrega (Semanas 10-11)

Objetivo: Automatizar la integración y crear artefactos deployables y seguros.

> ***Mentalidad Senior***: *Si tu pipeline de CI tarda 30 minutos, nadie lo va a correr.*

Módulo	Archivo	Contenido Clave	Entregable
09	09_GITHUB_ACTIONS.md	CI robusto, **Caching**, Matrix testing, Secrets	`.github/workflows/`
10	10_DOCKER_AVANZADO.md	Multi-stage builds, Distroless, **Escaneo de vulnerabilidades**	`Dockerfile` optimizado

Niveles de Complejidad Docker

Nivel	Nombre	Características	Imagen Size	Seguridad
1	**Funcional**	`FROM python:3.11`, instala todo	~1.2GB	⚠ Básica
2	**Optimizado**	Multi-stage, slim base	~400MB	Mejor
3	**Production**	Distroless, non-root, CVE scan	~150MB	Hardened

FASE 5: Despliegue (Semanas 12-13)

Objetivo: Llevar el modelo a producción con APIs profesionales y decisiones de infraestructura.

> ***Mentalidad Senior***: *¿Serverless o Kubernetes? Depende del tráfico, costo y equipo. No hay respuesta universal.*

Módulo	Archivo	Contenido Clave	Entregable
11	11_FASTAPI_PRO.md	Async, Dependency Injection, Middleware, **Error Handling**	API Production-Ready
12	12_DESPLIEGUE_HIBRIDO.md	**Lambda vs ECS vs K8s**: Cuándo usar cada uno	Decisión documentada

Matriz de Decisión: ¿Dónde Desplegar?

Factor	AWS Lambda	ECS/Fargate	Kubernetes
Tráfico	< 1M req/mes	1M-100M	> 100M o picos
Latencia	Cold starts (100ms-3s)	Consistente	Consistente
Costo bajo tráfico	Barato	Medio	Alto
Costo alto tráfico	Caro	Medio	Barato
Complejidad Ops	Baja	Media	Alta
Equipo necesario	1 persona	2-3 personas	5+ personas

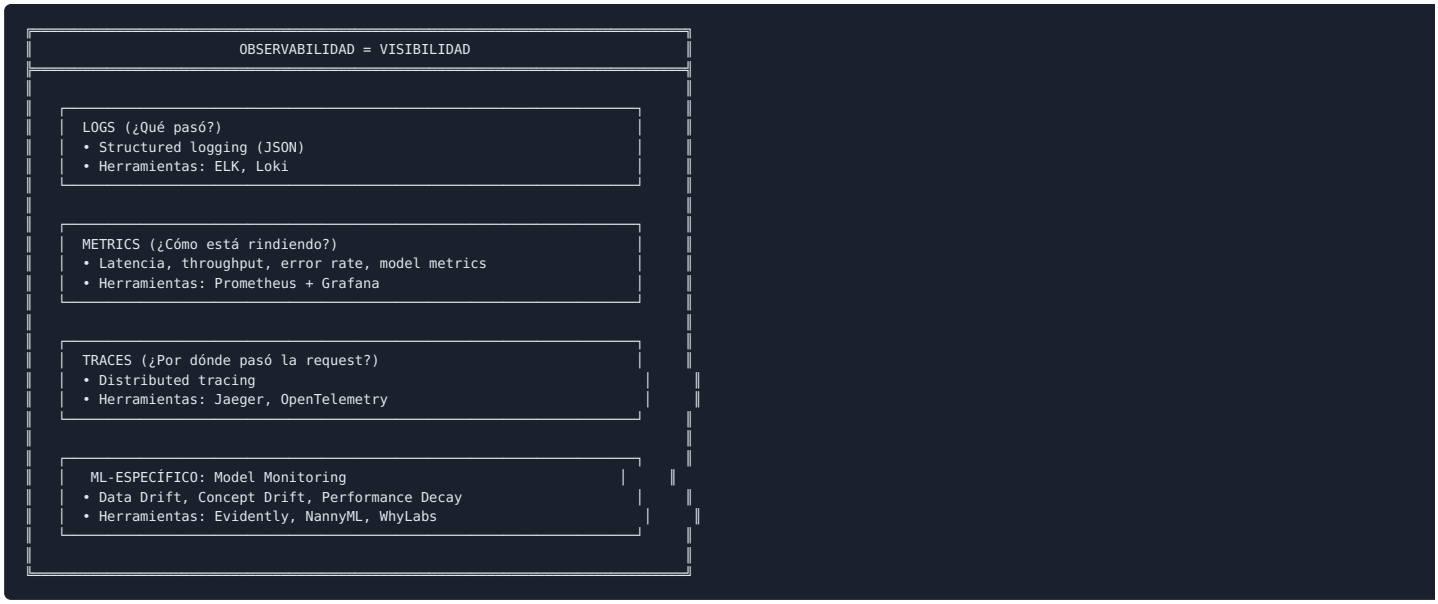
FASE 6: Operaciones Senior (Semanas 14-16)

Objetivo: Operar el sistema en producción con infraestructura como código, orquestación y observabilidad.

> ***Mentalidad Senior***: *Si no lo puedo ver en un dashboard, no sé si está funcionando.*

Módulo	Archivo	Contenido Clave	Entregable
13	13_TERRAFORM_MODULAR.md	Módulos, State Management, **Workspaces multi-env**	Infra reproducible
14	14_KUBERNETES_ML.md	Deployments, Ingress, **Secrets, Resource Limits**	Manifiestos K8s
15	15_OBSERVABILIDAD.md	Logging estructurado, Tracing, **Drift Detection**	Dashboard Grafana

Las 3 Capas de Observabilidad



FASE 7: El Artefacto Final (Semanas 17-18)

Objetivo: Documentar, presentar y destacar en el mercado laboral.

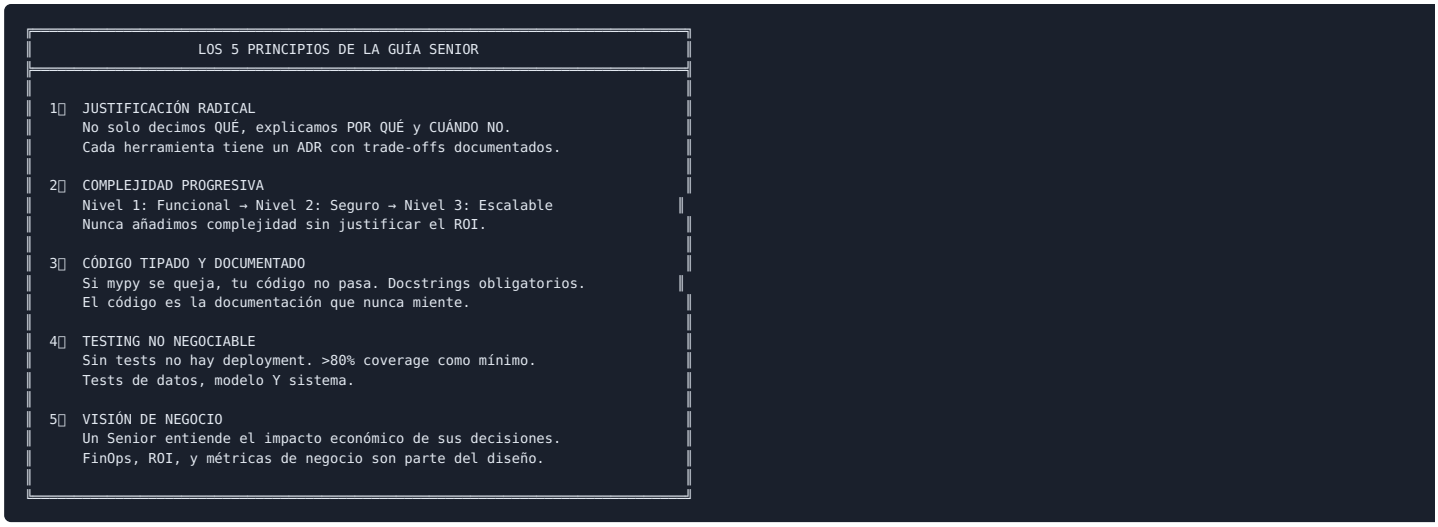
> ***Mentalidad Senior***: *Tu código no vale nada si nadie puede entenderlo ni usarlo.*

Módulo	Archivo	Contenido Clave	Entregable
16	16_DOCS_ETICA.md	MkDocs, Model Cards, **Responsible AI**	Documentación publicada
17	17_PROYECTO_INTEGRADOR.md	Demo, Pitch, **Preparación para entrevistas**	Video demo + Portfolio

Recursos Adicionales

Recurso	Descripción
18_GLOSARIO.md	Diccionario completo de términos MLOps
19_ADR_DECISIONES.md	Architecture Decision Records consolidados
20_PLAN_ESTUDIOS.md	Syllabus detallado por semana
21_PLANTILLAS.md	Templates (CI, Docker, Makefiles, ADRs)
22_CHECKLIST.md	Lista de verificación final
23_RECURSOS.md	Bibliografía y cursos recomendados

Filosofía de la Guía (Los 5 Principios Senior)



Comenzar el Viaje

¿Listo para transformarte de scripter a Senior MLOps Engineer?

El primer paso es entender el código que escribirás. Un Senior no copia y pega código; escribe código que otros pueden mantener.

▶ Comenzar con Módulo 01: Python Moderno para MLOps →

"El viaje de mil deploys comienza con un solo `git commit`"