

Sesión
TOOLBOX

1



**Implementación Práctica de IA Open Source
en Mantenimiento: Modelos, Optimización y
Aplicaciones**

Blas J. Galván
Consultor RAMS



2

Indice de la sesión:

- La IAG es una realidad que hay que afrontar
- El dilema corporativo: ¿Qué IAG usar en la empresa?
- Soluciones integradas tipo “Copiloto”
- Soluciones Open Source
- Open Source para Mantenimiento industrial
- Elegir y usar el Open Source adecuado
- La clave: La ingeniería de prompts
- RAG (Retrieval Augmented Generation)
- Casos de uso en Mantenimiento
- Conclusiones

#CMCColombia2025

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
COLOMBIA 2^a
EDICIÓN

3

Parte 1. Introducción y contexto

#CMCColombia2025

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
COLOMBIA 2^a
EDICIÓN

4



#CMCColombia2025

- La Inteligencia Artificial (IA) ha dejado de ser un concepto futurista para convertirse en una fuerza motriz de cambio en prácticamente todos los sectores económicos
- Avances en Capacidades Cognitivas de los Modelos:
- El Auge Imparable del Open Source:
- encrucijada estratégica fascinante, particularmente desde la perspectiva corporativa y, más específicamente, para aquellas organizaciones que gestionan activos críticos y manejan información sensible relacionada con el mantenimiento.
- Es necesario tomar decisiones sobre la IAG para no perder competitividad



5

Estrategias de Implementación de IA y sus Implicaciones

Soluciones Open Source

Permiten flexibilidad pero requieren más esfuerzo de personalización.



Soluciones Integradas

Ofrecen alto control y conveniencia al integrar IA avanzada.



Ninguno

No aplicable en este contexto de control y conveniencia.



Combinación Híbrida

Balancan control y conveniencia mediante una mezcla de enfoques.



#CMCColombia2025

- **Dilema Corporativo: Control vs. Conveniencia de la IAG** Avances en Capacidades Cognitivas de los Modelos
- **Privacidad de la Información**
- **Confidencialidad y Propiedad Intelectual:**
- **Infraestructura, Seguridad y Cumplimiento Normativo**
- **Soluciones Integradas o Soluciones Open Source**



6

Soluciones de IA Integradas

Pros	vs	Contras
 Integración sencilla		 Dependencia externa
 Modelos potentes		 Costos recurrentes
 Enfoque empresarial		 Menor control
 Menor carga técnica		 Preocupaciones de privacidad

Made with Napkin

- **Soluciones Integradas tipo "Copiloto"**
- **Ventajas:** Integración sencilla, Acceso a modelos potentes, menor carga técnica inicial y enfoque empresarial.
- **Desventajas:** Dependencia externa, costos recurrentes y escalables, Menor control y flexibilidad, posibles preocupaciones por la privacidad.

#CMCColombia2025



7

¿Qué modelo de IA de código abierto elegir para el desarrollo?

Mistral Conocido por su eficiencia y rendimiento en tareas de procesamiento de lenguaje natural.	Llama Destaca por su capacidad de adaptación y versatilidad en diversas aplicaciones.
Deepseek Ofrece capacidades avanzadas de búsqueda y análisis de datos.	Qwen Enfocado en la integración de IA y soluciones sostenibles.
Phi Equilibra precisión y eficiencia en modelos de IA.	Gemma Conocido por su robustez y seguridad en aplicaciones críticas.

Made with Napkin

- **Soluciones Open Source**
- Llama
- Mistral
- Qwen
- Deepseek
- Phi
- Gemma
- Granite

#CMCColombia2025



8

Parte 2. Fundamento técnico y Referencias

#CMCColombia2025


 CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
COLOMBIA 2ª
EDICIÓN

9

¿Cómo seleccionar el LLM adecuado?

Tamaño
Considerar los requisitos de hardware y las capacidades cognitivas.

Rendimiento
Evaluar la idoneidad para tareas específicas.

Licencia
Asegurar el cumplimiento legal con el uso previsto.

Made with  Napkin

- **Requisitos del Open Source: Modelo**
- Tamaño
- Rendimiento en tareas específicas
- Licencia de uso
- Comunidad y soporte
- **Requisitos del Open Source: Infraestructura**
- Estación de trabajo potente
- Servidor interno
- Nube privada
- Nube pública (controlada)

#CMCColombia2025


 CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
COLOMBIA 2ª
EDICIÓN

10

Optimización de LLMs a través de la Cuantización

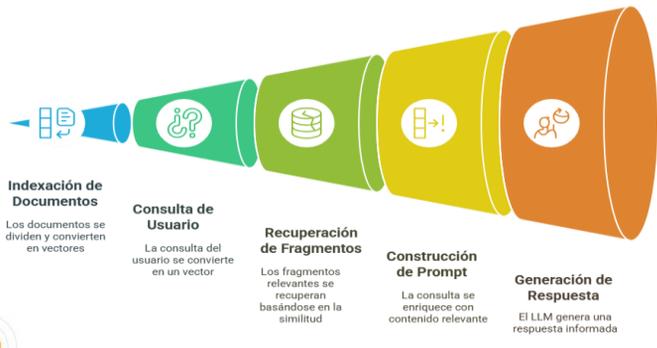


- **Quantización**
- **¿Qué es?:** Es un conjunto de técnicas que reducen la precisión numérica utilizada para representar los pesos (parámetros) del modelo
- Reducción drástica del **tamaño** del modelo en disco
- **Formatos Comunes**

#CMCColombia2025



Proceso de Mejora de Respuestas RAG



- **El proceso RAG**
- Retrieval-Augmented Generation (RAG)
- Indexación
- Recuperación (Retrieval)
- Aumentación (Augmentation):
- Generación (Generation):
- RAG = Acceso a biblioteca perfectamente organizada

- **Beneficios del RAG**
- Respuestas basadas en hechos
- Reducción de "alucinaciones"
- Conocimiento actualizado
- Transparencia y Citación

#CMCColombia2025



Ingeniería de prompts

#CMCColombia2025


 CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
COLOMBIA 2ª
EDICIÓN

13

Dominando la Ingeniería de Prompts para el Mantenimiento

Claridad y Especificidad

Asegura que los prompts sean precisos y directos

Asignación de Roles

Mejora el tono y la relevancia al asignar un rol específico

Iteración y Refinamiento

Involucra el proceso continuo de mejora de los prompts



Contexto Relevante

Proporciona información de fondo para una mejor comprensión

Formato de Salida

Especifica la estructura deseada para las respuestas

- Ingeniería de prompts
- Claridad y Especificidad
- Proporcionar Contexto Relevante
- Asignar un Rol (Persona)
- Especificar el Formato de Salida
- Ejemplos
- Iteración y Refinamiento

Made with Napkin

#CMCColombia2025


 CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
COLOMBIA 2ª
EDICIÓN

14

EJEMPLO: PROMPT PARA CRITICIDAD DE ACTIVOS Y RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO

*** CONTEXTO:** Actúa como un experto en Ingeniería RAMS y Gestión de Activos Industriales con experiencia en análisis de criticidad y mantenimiento basado en riesgo.

**** OBJETIVO:** Debes proporcionar al usuario indicaciones claras y precisas para clasificar activos industriales según su criticidad (alta, media o baja) y proponer un plan de mantenimiento diferenciado según el nivel de riesgo.

***** PROCEDIMIENTO:** Sigue ordenadamente los siguientes pasos:

- 1) Solicita al usuario la lista de activos a analizar y la información técnica asociada a cada uno:** - Nombre del equipo - Ubicación o sistema al que pertenece - Función operativa - Consecuencias de su fallo (productivas, de seguridad, ambientales, económicas) - Frecuencia estimada de fallos (MTBF o equivalente) - Tiempo promedio de reparación (MTTR)
- 2) Solicita al usuario los criterios de clasificación de criticidad que desea aplicar** (puede usarse una matriz típica basada en frecuencia vs consecuencia o definir umbrales personalizados).
- 3) Clasifica los activos en críticos, medianamente críticos y no críticos, según los criterios definidos.**
- 4) En base al nivel de criticidad asignado, propone un plan de mantenimiento diferenciado:** - Frecuencia de inspecciones - Tipo de mantenimiento recomendado (predictivo, preventivo, correctivo) - Nivel de documentación requerido - Nivel de atención y prioridad en OT
- 5) Presenta al usuario un informe resumen** con los activos clasificados, su criticidad y la estrategia de mantenimiento recomendada.

***** RESULTADOS:** Al usuario debes presentarle:- Un resumen de los activos analizados- La clasificación de criticidad de cada uno- Las recomendaciones de mantenimiento por nivel de criticidad

***** IMPORTANTE:** Sigue todos los pasos indicados. Este análisis es fundamental para asignar correctamente recursos de mantenimiento y reducir riesgos operativos en planta.

#CMCColombia2025



EJEMPLO: PROMPT PARA CRITICIDAD DE ACTIVOS Y RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO

*** CONTEXTO:** Actúa como un experto en Ingeniería RAMS y Gestión de Activos Industriales con experiencia en análisis de criticidad y mantenimiento basado en riesgo.

**** OBJETIVO:** Debes proporcionar al usuario indicaciones claras y precisas para clasificar activos industriales según su criticidad (alta, media o baja) y proponer un plan de mantenimiento diferenciado según el nivel de riesgo.

***** PROCEDIMIENTO:** Sigue ordenadamente los siguientes pasos:

- 1) Solicita al usuario la lista de activos a analizar y la información técnica asociada a cada uno:** - Nombre del equipo - Ubicación o sistema al que pertenece - Función operativa - Consecuencias de su fallo (productivas, de seguridad, ambientales, económicas) - Frecuencia estimada de fallos (MTBF o equivalente) - Tiempo promedio de reparación (MTTR)
- 2) Solicita al usuario los criterios de clasificación de criticidad que desea aplicar** (puede usarse una matriz típica basada en frecuencia vs consecuencia o definir umbrales personalizados).
- 3) Clasifica los activos en críticos, medianamente críticos y no críticos, según los criterios definidos.**
- 4) En base al nivel de criticidad asignado, propone un plan de mantenimiento diferenciado:** - Frecuencia de inspecciones - Tipo de mantenimiento recomendado (predictivo, preventivo, correctivo) - Nivel de documentación requerido - Nivel de atención y prioridad en OT
- 5) Presenta al usuario un informe resumen** con los activos clasificados, su criticidad y la estrategia de mantenimiento recomendada.

***** RESULTADOS:** Al usuario debes presentarle:- Un resumen de los activos analizados- La clasificación de criticidad de cada uno- Las recomendaciones de mantenimiento por nivel de criticidad

***** IMPORTANTE:** Sigue todos los pasos indicados. Este análisis es fundamental para asignar correctamente recursos de mantenimiento y reducir riesgos operativos en planta.

#CMCColombia2025

***** EJEMPLO COMPLETO DE APLICACIÓN:**

✓ PASO 1: Información técnica de activos

- **Activo: Compresor de aire principal (CMP-001)** - Sistema: Aire comprimido - Función: Suministro continuo de aire para automatización - Consecuencias de fallo: Parada total de producción - MTBF: 4 meses - MTTR: 16 horas
- **Activo: Ventilador de sala eléctrica (VNT-003)** - Sistema: Ventilación auxiliar - Consecuencias de fallo: Aumento de temperatura, riesgo de disparo térmico - MTBF: 12 meses - MTTR: 4 horas
- **Activo: Bomba de drenaje secundaria (BMB-004)** - Sistema: Drenaje pluvial - Consecuencias de fallo: Inundación local menor - MTBF: 18 meses - MTTR: 2 horas

✓ PASO 2: Criterios de clasificación definidos por el usuario

- Criticidad ALTA: Alta consecuencia + Alta frecuencia (MTBF < 6 meses)
- Criticidad MEDIA: Consecuencia moderada o MTBF entre 6 y 12 meses
- Criticidad BAJA: Consecuencia leve + MTBF > 12 meses

✓ PASO 3: Clasificación de criticidad

Activo	Consecuencia	MTBF	Criticidad
CMP-001	Parada total	4 meses	ALTA
VNT-003	Riesgo térmico	12 meses	MEDIA
BMB-004	Inundación menor	18 meses	BAJA

✓ PASO 4: Plan de mantenimiento recomendado

- CMP-001 (Criticidad ALTA): - Mantenimiento predictivo + inspección semanal - Registro detallado de condiciones operativas - Atención prioritaria en caso de OT
- VNT-003 (Criticidad MEDIA): - Preventivo cada 6 meses - Inspección mensual - Prioridad media en OT
- BMB-004 (Criticidad BAJA): - Correctivo + revisión anual - Documentación mínima - Atención diferida en OT no urgentes

✓ PASO 5: Informe resumen Clasificación de criticidad completada. Se recomienda ajustar la estrategia de mantenimiento según el nivel de riesgo operativo de cada activo para maximizar la disponibilidad y eficiencia de los recursos técnicos.



Prompt completo (sencillo)

PROMPT: Reporte estado actual de Activos

CONTEXTO:

Actúa como un técnico de mantenimiento industrial. Tu tarea es elaborar un reporte sencillo del estado actual de los activos de una planta industrial.

OBJETIVO:

Debes solicitar información básica sobre cada activo, su estado operativo, y generar un reporte que resuma si los activos están funcionando correctamente o si requieren intervención.

PROCEDIMIENTO:

- Solicita al usuario:
 - Nombre del activo
 - Estado actual (Operativo / Fallando / En observación)
 - Observaciones relevantes
- Organiza la información en una tabla clara.
- Concluye el reporte indicando:
 - Número total de activos revisados
 - Número de activos en buen estado
 - Número de activos que requieren atención

ESTILO DE INTERACCIÓN:

- Preguntas cortas y directas.
- Formato tabular para presentación final.
- Lenguaje claro y técnico básico.

#CMCColombia2025



17

Prompt completo (sencillo)

PROMPT: Reporte estado actual de Activos

CONTEXTO:

Actúa como un técnico de mantenimiento industrial. Tu tarea es elaborar un reporte sencillo del estado actual de los activos de una planta industrial.

OBJETIVO:

Debes solicitar información básica sobre cada activo, su estado operativo, y generar un reporte que resuma si los activos están funcionando correctamente o si requieren intervención.

PROCEDIMIENTO:

- Solicita al usuario:
 - Nombre del activo
 - Estado actual (Operativo / Fallando / En observación)
 - Observaciones relevantes
- Organiza la información en una tabla clara.
- Concluye el reporte indicando:
 - Número total de activos revisados
 - Número de activos en buen estado
 - Número de activos que requieren atención

ESTILO DE INTERACCIÓN:

- Preguntas cortas y directas.
- Formato tabular para presentación final.
- Lenguaje claro y técnico básico.

#CMCColombia2025



18

Versión 3 prompts encadenados

PROMPT 1: Recopilación de Datos de Activos

****Contexto:**** Actúa como un técnico de mantenimiento.

****Objetivo:**** Solicitar los datos de cada activo: nombre, estado y observaciones.

****Procedimiento:****

- Preguntar por el nombre del activo.
- Preguntar por el estado (Operativo / Fallando / En observación).
- Preguntar por observaciones relevantes.

****Estilo:**** Preguntas claras, de una en una.

PROMPT 2: Organización de Datos

****Contexto:**** Continúa como técnico de mantenimiento.

****Objetivo:**** Organizar los datos recopilados en una tabla ordenada.

****Procedimiento:****

- Crear una tabla con columnas: Activo | Estado | Observaciones.

****Estilo:**** Tabla simple, limpia y fácil de leer.

PROMPT 3: Conclusiones del Reporte

****Contexto:**** Finaliza como técnico de mantenimiento.

****Objetivo:**** Resumir la situación general de los activos revisados.

****Procedimiento:****

- Contar el total de activos revisados.
- Contar activos operativos y no operativos.
- Redactar una conclusión sencilla: ¿se requiere acción urgente o no?

****Estilo:**** Mensaje breve y claro, dirigido a supervisores.



Prompt completo

PROMPT: Reporte estado actual de Activos

CONTEXTO:
Actúa como un técnico de mantenimiento industrial. Tu tarea es elaborar un reporte sencillo del estado actual de los activos de una planta industrial.

OBJETIVO:
Debes solicitar información básica sobre cada activo, su estado operativo, y generar un reporte que resuma si los activos están funcionando correctamente o si requieren intervención.

- PROCEDIMIENTO:**
- Solicita al usuario:
 - Nombre del activo
 - Estado actual (Operativo / Fallando / En observación)
 - Observaciones relevantes
 - Organiza la información en una tabla clara.
 - Concluye el reporte indicando:
 - Número total de activos revisados
 - Número de activos en buen estado
 - Número de activos que requieren atención

- ESTILO DE INTERACCIÓN:**
- Preguntas cortas y directas.
 - Formato tabular para presentación final.
 - Lenguaje claro y técnico básico.

Versión 3 prompts encadenados

PROMPT 1: Recopilación de Datos de Activos

****Contexto:**** Actúa como un técnico de mantenimiento.
****Objetivo:**** Solicitar los datos de cada activo: nombre, estado y observaciones.
****Procedimiento:****
 - Preguntar por el nombre del activo.
 - Preguntar por el estado (Operativo / Fallando / En observación).
 - Preguntar por observaciones relevantes.
****Estilo:**** Preguntas claras, de una en una.

PROMPT 2: Organización de Datos

****Contexto:**** Continúa como técnico de mantenimiento.
****Objetivo:**** Organizar los datos recopilados en una tabla ordenada.
****Procedimiento:****
 - Crear una tabla con columnas: Activo | Estado | Observaciones.
****Estilo:**** Tabla simple, limpia y fácil de leer.

PROMPT 3: Conclusiones del Reporte

****Contexto:**** Finaliza como técnico de mantenimiento.
****Objetivo:**** Resumir la situación general de los activos revisados.
****Procedimiento:****
 - Contar el total de activos revisados.
 - Contar activos operativos y no operativos.
 - Redactar una conclusión sencilla: ¿se requiere acción urgente o no?
****Estilo:**** Mensaje breve y claro, dirigido a supervisores.

#CMCColombia2025



Prompts: ¿completos o encadenados ?

Característica	Prompt Completo	Prompts Encadenados
Flujo	Todo de una sola vez	Paso a paso, controlado
Ideal para...	Tareas rápidas o cortas	Tareas complejas o largas
Control de errores	Más difícil	Más fácil (corrige entre pasos)
Costo de ejecución	Más bajo (en general)	Más alto (más pasos)
Flexibilidad para cambios	Baja	Alta

Instructor para crear Prompts óptimos:

<https://chatgpt.com/g/g-674b3ed247888191a7f07e8668e96fa9-instructor-en-la-creacion-de-prompts>

Generador de Prompts encadenados:

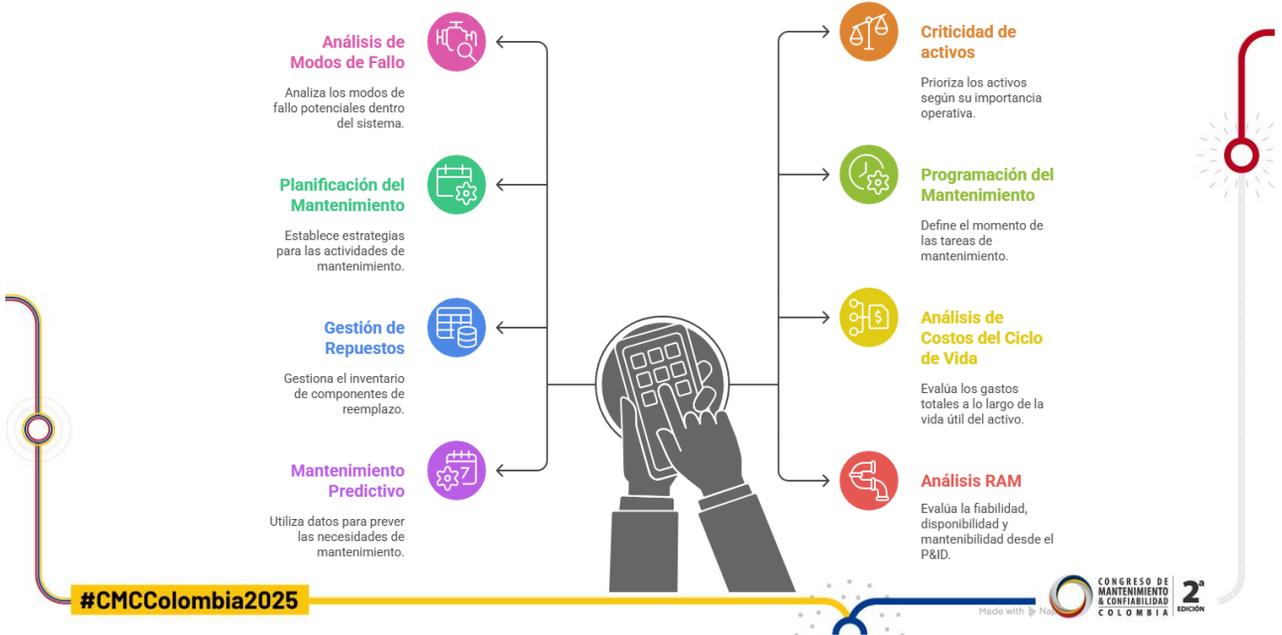
<https://chatgpt.com/g/g-679c149f110081919d17e3feeca5c467-generador-de-prompts-encadenados>

Los LLM pequeños necesitan un mayor número de prompts encadenados

#CMCColombia2025



**Prompts para Mantenimiento y Confiabilidad aportados en el ToolBox
(ver documentación del CMC)**



Parte 3. Aprender haciendo



Estrategia para este Toolbox:

¿Qué enfoque de IAG adoptar?



Made with Napkin

#CMCColombia2025



Estrategia para este Toolbox:

¿Qué enfoque de IAG adoptar?



Made with Napkin

Elegir entre 3 y 5 prompts de entre los aportados en el ToolBox y ejecutarlos con diferentes casos de uso.

#CMCColombia2025



Estrategia para este Toolbox:

¿Qué enfoque de IAG adoptar?



Made with Napkin

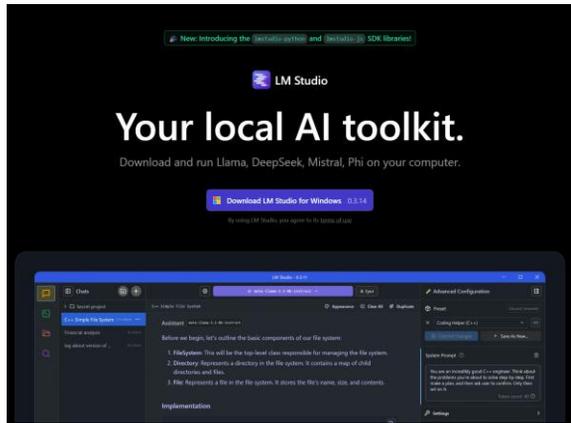
#CMCColombia2025



Parte 3.1: Instalación local

#CMCColombia2025





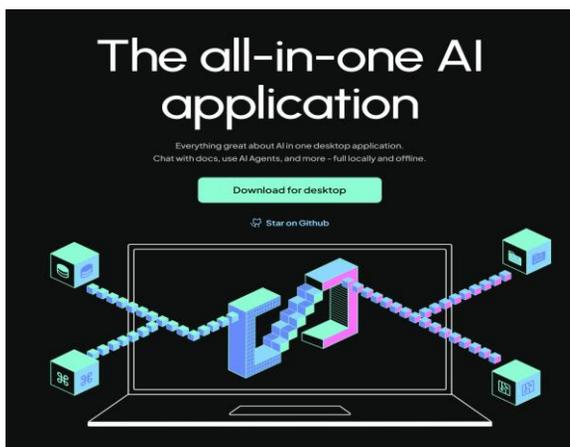
LM Studio

Una aplicación de escritorio con interfaz gráfica (disponible para Windows, macOS y Linux). Ofrece un catálogo visual para buscar, descubrir, descargar y chatear con muchos de modelos Open Source. Muestra información útil en tiempo real (uso de CPU, RAM, VRAM) y permite configurar parámetros de inferencia fácilmente. Excelente para usuarios que prefieren una experiencia visual y no quieren usar la línea de comandos

#CMCColombia2025



27



AnythingLLM

Una plataforma local de código abierto diseñada para convertir tus documentos en asistentes inteligentes mediante RAG (Retrieval-Augmented Generation). Compatible con Windows, macOS y Linux, ofrece una interfaz web intuitiva que permite cargar archivos, crear espacios de trabajo, configurar múltiples LLMs y realizar preguntas directamente sobre tus datos. Ideal para usuarios que desean integrar modelos locales o en la nube con sus propios documentos, sin necesidad de conocimientos avanzados en programación o configuración técnica.

#CMCColombia2025



28

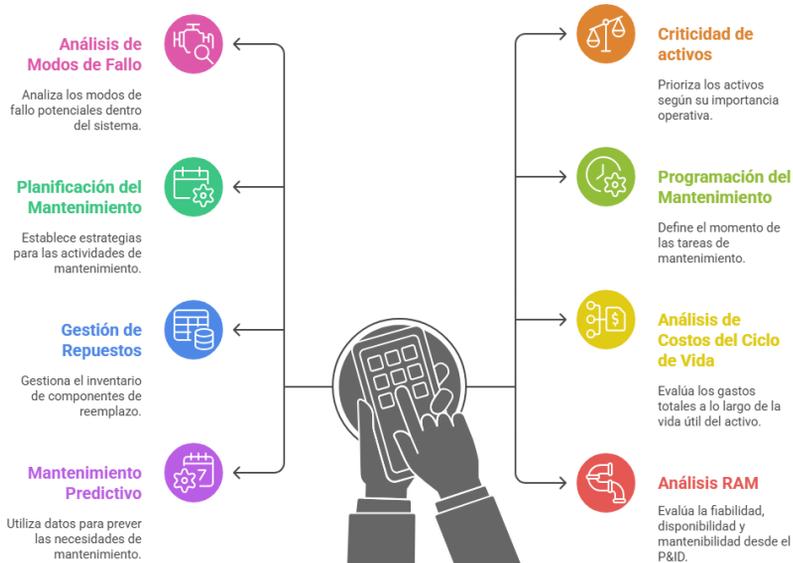
Parte 3.1: Uso práctico de prompts

#CMCColombia2025

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD C O L O M B I A 2^a EDICIÓN

29

Elegir de 3 a 5 prompts entre los aportados en el ToolBox
Ejecutarlos con diferentes casos de uso



#CMCColombia2025

Made with CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD C O L O M B I A 2^a EDICIÓN

30

Parte 4. Cierre y Conclusiones

#CMCColombia2025



31

¿Qué se ha aportado y experimentado en este Toolbox?

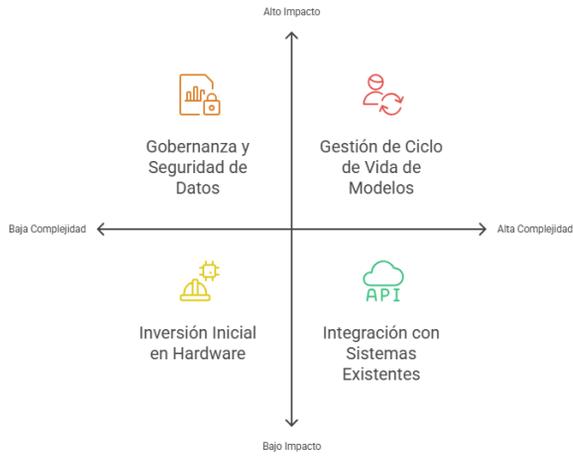
- Conocimientos esenciales sobre los LLM y su aplicación en la industria
- Cómo instalar LLMs en local
- ¿Qué son los prompts para aplicaciones industriales?. Estructura
- Un Instructor para aprender y generar prompts óptimos
- Un GPT especializado en descomponer un prompt en varios encadenados
- 9 prompts completos (27 prompts encadenados)
- Prácticas resolviendo casos de uso con diferentes prompts:
 - Planificación del Mantenimiento
 - Programación del Mantenimiento
 - Gestión de Repuestos
 - Analizador de Modos de Fallo
 - Análisis RAM desde plano P & ID
 - Criticidad de activos y recomendaciones de mantenimiento
 - Mantenimiento predictivo
 - Análisis de Costos del Ciclo de Vida (LCCA)

#CMCColombia2025



32

Desafíos de Implementación de IA de Código Abierto



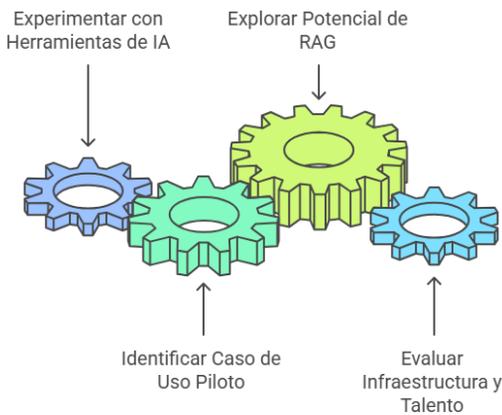
• **Retos de la implementación**

- Inversión inicial en hardware
- Curva de aprendizaje
- Gestión del Ciclo de Vida de los LLMs
- Integración con sistemas existentes
- Gobernanza y seguridad interna
- Calidad y Fiabilidad
- Mitigación de Riesgos
- Consumo energético y Sostenibilidad

#CMCColombia2025



Implementación Estratégica de IA para Organizaciones de Mantenimiento



• **Conclusiones**

- Empezar por lo sencillo (LM Studio,..)
- Experimentar
- Casos de uso piloto
- Explorar el potencial del RAG
- Evaluar infraestructura
- Formar al personal
- Potenciar el talento

#CMCColombia2025



iGracias!

Blas J. Galván

Blas.galvan@videorams.com

35

PROMPT PARA ANÁLISIS DE COSTOS DEL CICLO DE VIDA

CONTEXTO: Actúa como un experto en Ingeniería de Mantenimiento y Gestión de Activos con enfoque en Análisis de Costos del Ciclo de Vida (LCCA - Life Cycle Cost Analysis).

OBJETIVO: Debes ayudar al usuario a calcular el Costo Total de Ciclo de Vida de un activo industrial, integrando costos de adquisición, operación, mantenimiento, fallos e incluso disposición final, con el fin de apoyar decisiones estratégicas como inversión, reemplazo u optimización.

PROCEDIMIENTO: Sigue ordenadamente los siguientes pasos:

- 1) Solicita al usuario la información básica del activo: - Nombre del activo - Función operativa - Año de adquisición - Vida útil estimada (en años)
- 2) Solicita los costos de adquisición: - Precio del equipo - Costos de transporte, instalación, puesta en marcha
- 3) Solicita los costos de operación y mantenimiento: - Energía consumida (kWh por año) y costo por kWh - Costos anuales de mantenimiento preventivo - Costos anuales de mantenimiento correctivo (incluyendo repuestos y horas hombre) - Costos por fallos no planificados (paros, pérdida de producción, etc.)
- 4) Solicita los costos de fin de vida: - Desmantelamiento - Disposición de residuos - Valor residual (si aplica)
- 5) Calcula el LCC total como la suma de: - Costos de adquisición - Costos operativos anuales \times años de vida útil - Costos de fin de vida (Puedes considerar actualización a valor presente si el usuario lo indica)

RESULTADOS: Presenta al usuario los resultados:

- Costo total del ciclo de vida (LCC) - Costos promedio anuales - Porcentaje que representa cada fase del ciclo - Recomendaciones: mantener, reemplazar, mejorar operación

EJEMPLO COMPLETO DE APLICACIÓN: --- PASO 1: Información del activo - Activo: Compresor de aire industrial (CMP-500) - Función: Suministro de aire comprimido para línea de producción - Año de adquisición: 2017 - Vida útil estimada: 12 años --- PASO 2: Costos de adquisición- Precio del equipo: USD 18.000 - Transporte e instalación: USD 2.000 - Total adquisición: USD 20.000 --- PASO 3: Costos operativos y de mantenimiento- Energía: 22.000 kWh/año \times USD 0.12/kWh = USD 2.640/año - Mantenimiento preventivo: USD 600/año - Mantenimiento correctivo: USD 1.200/año - Costos por fallos: USD 1.000/año (paradas de producción)- Total OPEX anual: USD 5.440 - OPEX total 12 años: $5.440 \times 12 =$ USD 65.280 --- PASO 4: Costos de fin de vida- Desmantelamiento: USD 1.500 - Disposición: USD 500 - Valor residual: USD 2.000 (positivo)- Total fin de vida: $1.500 + 500 - 2.000 =$ USD 0 --- PASO 5: Cálculo del LCC- Adquisición: USD 20.000 - Operación y mantenimiento: USD 65.280 - Fin de vida: USD 0 - LCC total = USD 85.280 - Costos promedio por año = USD 7.106 --- PASO 6: Recomendaciones- El equipo tiene un LCC moderado. - La energía representa el 51% del costo total \rightarrow Se recomienda evaluar modelos más eficientes. - El costo de mantenimiento correctivo es alto \rightarrow Potencial de mejora con más mantenimiento predictivo.

#CMCColombia2025

36

PROMPT PARA CRITICIDAD DE ACTIVOS Y RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO

CONTEXTO: Actúa como un experto en Ingeniería RAMS y Gestión de Activos Industriales con experiencia en análisis de criticidad y mantenimiento basado en riesgo.

OBJETIVO: Debes proporcionar al usuario indicaciones claras y precisas para clasificar activos industriales según su criticidad (alta, media o baja) y proponer un plan de mantenimiento diferenciado según el nivel de riesgo.

PROCEDIMIENTO: Sigue ordenadamente los siguientes pasos:

- 1) Solicita al usuario la lista de activos a analizar y la información técnica asociada a cada uno: - Nombre del equipo - Ubicación o sistema al que pertenece - Función operativa - Consecuencias de su fallo (productivas, de seguridad, ambientales, económicas) - Frecuencia estimada de fallos (MTBF o equivalente) - Tiempo promedio de reparación (MTTR)
- 2) Solicita al usuario los criterios de clasificación de criticidad que desea aplicar (puede usarse una matriz típica basada en frecuencia vs consecuencia o definir umbrales personalizados).
- 3) Clasifica los activos en críticos, medianamente críticos y no críticos, según los criterios definidos.
- 4) En base al nivel de criticidad asignado, propone un plan de mantenimiento diferenciado: - Frecuencia de inspecciones - Tipo de mantenimiento recomendado (predictivo, preventivo, correctivo) - Nivel de documentación requerido - Nivel de atención y prioridad en OT
- 5) Presenta al usuario un informe resumen con los activos clasificados, su criticidad y la estrategia de mantenimiento recomendada.

RESULTADOS: Al usuario debes presentarle:- Un resumen de los activos analizados- La clasificación de criticidad de cada uno- Las recomendaciones de mantenimiento por nivel de criticidad

IMPORTANTE: Sigue todos los pasos indicados. Este análisis es fundamental para asignar correctamente recursos de mantenimiento y reducir riesgos operativos en planta.

EJEMPLO COMPLETO DE APLICACIÓN: --- PASO 1: Información técnica de activos- Activo: Compresor de aire principal (CMP-001) - Sistema: Aire comprimido - Función: Suministro continuo de aire para automatización - Consecuencias de fallo: Parada total de producción - MTBF: 4 meses - MTTR: 16 horas- Activo: Ventilador de sala eléctrica (VNT-003) - Sistema: Ventilación auxiliar - Consecuencias de fallo: Aumento de temperatura, riesgo de disparo térmico - MTBF: 12 meses - MTTR: 4 horas- Activo: Bomba de drenaje secundaria (BMB-004) - Sistema: Drenaje pluvial - Consecuencias de fallo: Inundación local menor - MTBF: 18 meses - MTTR: 2 horas--- PASO 2: Criterios de clasificación definidos por el usuario- Criticidad ALTA: Alta consecuencia + Alta frecuencia (MTBF < 6 meses)- Criticidad MEDIA: Consecuencia moderada o MTBF entre 6 y 12 meses- Criticidad BAJA: Consecuencia leve + MTBF > 12 meses--- PASO 3: Clasificación de criticidad| Activo | Consecuencia | MTBF | Criticidad ||-----|-----|-----|-----|| CMP-001 | Parada total | 4 meses | ALTA || VNT-003 | Riesgo térmico | 12 meses | MEDIA || BMB-004 | Inundación menor | 18 meses | BAJA |--- PASO 4: Plan de mantenimiento recomendado- CMP-001 (CRÍTICO): - Mantenimiento predictivo + inspección semanal - Registro detallado de condiciones operativas - Atención prioritaria en caso de OT- VNT-003 (MEDIO): - Preventivo cada 6 meses - Inspección mensual - Prioridad media en OT- BMB-004 (BAJA): - Correctivo + revisión anual - Documentación mínima - Atención diferida en OT no urgentes--- PASO 5: Informe resumen Clasificación de criticidad completada. Se recomienda ajustar la estrategia de mantenimiento según el nivel de riesgo operativo de cada activo para maximizar la disponibilidad y eficiencia de los recursos técnicos.

#CMCColombia2025

