

Resumen Ejecutivo: VectorCalc Pro 2026

Bonilla Hernández Ximena Sofía
Castillo Vidal Carmen Andrea
Cruz Rodríguez Bruno Aarón
Grupo 26-1 — Análisis Vectorial — ESCOM-IPN

Enero 2026



Figura 1: Proyecto desarrollado en el Instituto Politécnico Nacional - ESCOM.

1. Resumen Ejecutivo

VectorCalc Pro 2026 es un sistema computacional avanzado diseñado para resolver integrales múltiples (dobles y triples) mediante una arquitectura de **doble verificación**: cálculo exacto simbólico y aproximación numérica. El sistema implementa transformaciones automáticas entre sistemas de coordenadas (cartesianas, polares, cilíndricas y esféricas) con inyección automática de Jacobianos, visualización 3D integrada y una interfaz gráfica moderna desarrollada con **CustomTkinter**.

2. Introducción y Motivación

2.1. Contexto del Problema

La resolución de integrales múltiples representa un desafío debido a la complejidad analítica de los cambios de coordenadas y la dificultad para visualizar regiones tridimensionales. La resolución manual es propensa a errores algebraicos y consume mucho tiempo.

2.2. Objetivos del Proyecto

El objetivo general es desarrollar un sistema que resuelva, visualice y valide integrales múltiples.

- **Exactitud:** Implementar integración simbólica con SymPy.
- **Aproximación:** Usar sumas de Riemann para cálculo numérico.
- **Visualización:** Motor 3D para superficies y campos vectoriales.

3. Marco Teórico

3.1. Integrales Múltiples y Jacobianos

El sistema utiliza el **Jacobiano** (J) para ajustar el cambio de escala en transformaciones de coordenadas:

- **Cilíndricas:** $|J| = r$. Diferencial: $r \, dz \, dr \, d\theta$.
- **Esféricas:** $|J| = \rho^2 \sin \phi$. Diferencial: $\rho^2 \sin \phi \, d\rho \, d\phi \, d\theta$.

3.2. Métodos Numéricos

Se emplean **Sumas de Riemann** para aproximar la integral dividiendo la región en una malla regular. El error relativo se calcula como:

$$\text{Error} = \left| \frac{I_{\text{exacto}} - I_{\text{numérico}}}{I_{\text{exacto}}} \right| \times 100 \% \quad (1)$$

4. Implementación Técnica

La arquitectura sigue el patrón MVC (Modelo-Vista-Controlador):

1. Backend (CalculadoraIntegrales):

- **Simbólico:** Usa SymPy para obtener la solución analítica exacta, transformando la sintaxis del usuario (ej. \wedge a `**`).
- **Numérico:** Usa NumPy y `lambdify` para evaluar la función en una malla de puntos.

2. Frontend (Interfaz):

Desarrollada con `CustomTkinter`, incluye un renderizador de LaTeX en tiempo real y gráficos embebidos de `Matplotlib`.

5. Resultados y Validación

5.1. Caso de Éxito: Convergencia

Para la integral $\iint (x^2 + y^2) \, dA$ en una región unitaria:

- **Valor Exacto:** $2/3 \approx 0,66667$.
- **Valor Numérico:** 0,66660 (con 30 subdivisiones).
- **Error Relativo:** $< 0,01 \%$.



Figura 2: Captura del sistema mostrando convergencia perfecta entre métodos.

5.2. Manejo de Errores

El sistema detecta automáticamente integrales divergentes (singularidades) y devuelve resultados simbólicos como ∞ , alertando al usuario en el cálculo numérico.

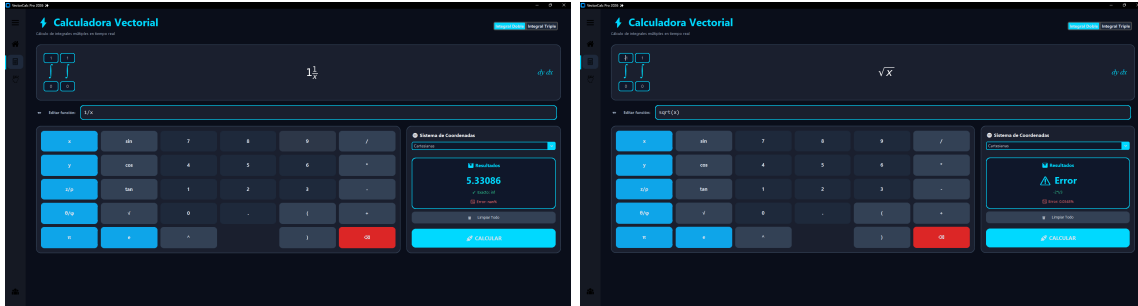


Figura 3: Izquierda: Detección de divergencia. Derecha: Manejo de números complejos.

6. Visualización 3D

El módulo gráfico permite rotar y hacer zoom en superficies complejas. A continuación, se muestra la visualización de la función $z = \sin(\sqrt{x^2 + y^2})$.

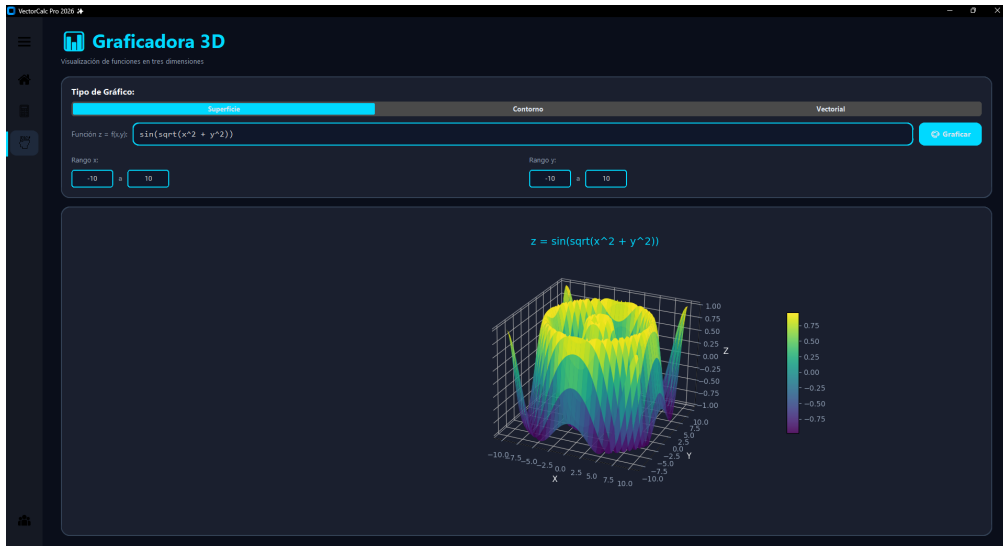


Figura 4: Renderizado 3D de superficie con mapa de colores.

7. Conclusiones

VectorCalc Pro 2026 reduce los tiempos de cálculo de horas a segundos, permitiendo una validación instantánea de problemas de ingeniería. La combinación de cálculo simbólico y numérico proporciona una robustez matemática que no solo resuelve problemas, sino que ayuda a entender la convergencia y los errores numéricos.

El código fuente es abierto y busca apoyar a la comunidad estudiantil del IPN en el aprendizaje de Análisis Vectorial.