



Protocolo: Laboratorio de Tamaño de Muestra y Potencia en SEM

Laboratorio de Ecuaciones Estructurales (SEM PRO)

Análisis de precisión basado en grados de libertad (df), RMSEA y estabilidad de Westland.

Tipo de SEM:

CB-SEM (Rigor Covarianzas - AMOS/LISREL)

Objetivo:

A-Priori (Calcular N)

Variables Latentes:

3

Variables Observadas (Ítems):

15

RMSEA H₀:

0,05

RMSEA H_a:

0,08

Promedio de Cargas Factoriales (λ):

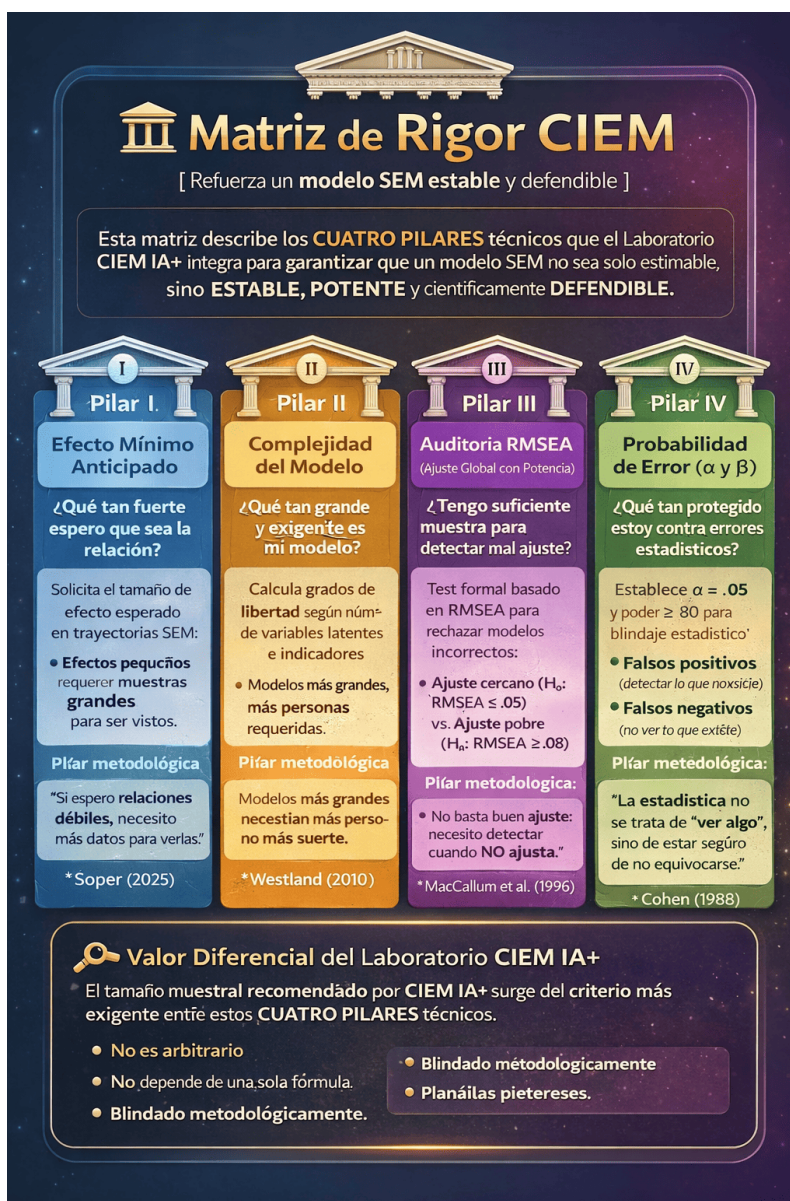
Cargas Medias (0.50 - 0.75) - Estándar

Generar Reporte SEM de Grado A

Protocolo: Laboratorio de Tamaño de Muestra y Potencia en SEM

Dirección Científica: Prof. León Darío Bello Parías

En el modelamiento de ecuaciones estructurales (SEM), el tamaño de la muestra no es opcional; es el garante de la estabilidad de la matriz de covarianzas. Este laboratorio audita si su modelo tiene la "fuerza" necesaria para no colapsar ante la complejidad de las relaciones latentes.



Ecosistema Estadístico CIEM IA+

Director Estadístico León Darío Bello Parías – WhatsApp + 57 316 575 9247

Matriz de Rigor: Estabilidad Estructural (ver anexo)

Dimensión Técnica	Descripción del Motor (Legado Prof. Bello)	Referencia de Rigor
I. Efecto Mínimo Anticipado	El sistema solicita el efecto esperado en las trayectorias (γ , β). Basado en sus clases, recordamos que efectos pequeños en SEM requieren muestras significativamente mayores para ser detectados.	Soper (2025)
II. Complejidad del Modelo	El investigador define el número de variables latentes e indicadores. El sistema calcula los grados de libertad df para asegurar la identificación del modelo.	Westland (2010)
III. Auditoría RMSEA	Cálculo de potencia basado en el Error Cuadrático Medio de Aproximación. Se evalúa la probabilidad de rechazar un modelo con mal ajuste.	MacCallum et al. (1996)
IV. Probabilidad de Error (α y β)	Blindaje contra falsos positivos y falsos negativos, manteniendo el estándar de potencia en 0.80 y significancia en 0.05.	Cohen (1988)

Estabilidad Estructural y Potencia del Modelo SEM

Propósito de la matriz

Esta matriz describe los **cuatro pilares técnicos** que el Laboratorio CIEM IA+ integra para garantizar que un modelo SEM no solo sea *estimable*, sino **estable, potente y científicamente defendible**.



Pilar I. Efecto Mínimo Anticipado

(¿Qué tan fuerte espero que sea la relación?)

Descripción CIEM

El laboratorio solicita al investigador el **tamaño de efecto esperado** en las trayectorias estructurales (γ , β). Esto es crucial porque en SEM:

Ecosistema Estadístico CIEM IA+

Director Estadístico León Darío Bello Parias – WhatsApp + 57 316 575 9247

- **Efectos pequeños** requieren **muestras grandes** para ser detectados,
- subestimar el efecto esperado conduce a **modelos sin potencia**, aun con buen ajuste aparente.

Decisión metodológica CIEM

El sistema ajusta el tamaño muestral **en función del realismo teórico**, evitando el error común de asumir efectos moderados sin justificación.

Referencia de rigor

Soper (2025)

✦ *Mensaje para neófitos:*

“Si espero relaciones débiles, necesito más datos para verlas.”

1.1 Lineamientos sobre el Efecto Anticipado (Pilar I - Soper)

El investigador suele bloquearse al ver la casilla de "Efecto Anticipado". Debemos darle sugerencias realistas basadas en la literatura para que su elección no sea arbitraria.

- **Efecto Pequeño (0.10 - 0.20):** Use este valor si su investigación es exploratoria o si las relaciones entre variables latentes son sutiles. **Nota:** Requiere muestras muy grandes para ser detectado.
- **Efecto Moderado (0.30 - 0.40):** Es el estándar en ciencias sociales y del comportamiento. Indica una relación clara pero no absoluta entre los constructos.
- **Efecto Grande (> 0.50):** Solo utilícelo si hay evidencia previa muy sólida de una relación potente. **Regla de oro:** "Si espero relaciones débiles, necesito más datos para verlas".

Pilar II. Complejidad del Modelo

(¿Qué tan grande y exigente es mi modelo?)

Descripción CIEM

El investigador define:

- número de variables latentes,
- número de indicadores observados.

Con esta información, el laboratorio calcula automáticamente los **grados de libertad (df)** para verificar que el modelo sea:

- identificable,
- estimable,
- estable.

Ecosistema Estadístico CIEM IA+

Director Estadístico León Darío Bello Parias – WhatsApp + 57 316 575 9247

Decisión metodológica CIEM

A mayor complejidad estructural y de medición, **mayor tamaño muestral requerido**, independientemente del efecto esperado.

Referencia de rigor

Westland (2010)

✦ *Mensaje para neófitos:*

“Modelos más grandes necesitan más personas, no más suerte.”



2.1 Cómo se calculan los Grados de Libertad (Pilar II - Westland)

Este es el corazón de la **Complejidad del Modelo**. No es un número al azar; es la diferencia entre la información que le damos al sistema y los parámetros que queremos estimar.

La fórmula técnica que el laboratorio ejecuta es:

$$df = \frac{p(p+1)}{2} - q$$

Donde:

- **p:** Es el número de variables observadas (indicadores).
- **q:** Es el número de parámetros libres a estimar (cargas factoriales, varianzas, coeficientes de trayectoria).
- **Veredicto CIEM:** Si su modelo es muy grande (muchas variables latentes e indicadores), los df aumentan, y con ellos, la exigencia de un mayor tamaño muestral para garantizar la estabilidad.



Pilar III. Auditoría RMSEA (Ajuste Global con Potencia)

(¿Tengo suficiente muestra para detectar mal ajuste?)

Descripción CIEM (Lenguaje claro)

El laboratorio incorpora un **test formal de potencia basado en RMSEA**, comparando:

- H_0 : ajuste cercano ($RMSEA \leq .05$),
- H_a : ajuste inaceptable ($RMSEA \geq .08$).

Esto permite evaluar si la muestra es capaz de **rechazar modelos incorrectos**, no solo aceptar modelos “bonitos”.

Decisión metodológica CIEM

Un SEM sin potencia RMSEA puede:

- reportar buen ajuste por azar,
- pasar filtros estadísticos,
- pero colapsar en replicaciones.

Referencia de rigor

MacCallum, Browne & Sugawara (1996)

✦ *Mensaje para neófitos:*

“No basta con que el modelo ajuste; necesito poder detectar cuando NO ajusta.”

3.1 Conceptualización: El Test de Potencia RMSEA (Pilar III)

Para que el investigador entienda por qué no basta con tener un modelo "bonito" (que ajuste), debemos explicar la **Auditoría RMSEA** como un filtro de honestidad científica.

- **¿Qué es?:** Es un test de potencia que no busca confirmar que su modelo es perfecto, sino evaluar si tiene la muestra suficiente para **detectar cuando un modelo es incorrecto**.
- **H₀ (Ajuste Cercano ≤ 0.05):** Es la hipótesis de que su modelo representa bien la realidad.
- **H_a (Ajuste Inaceptable ≥ 0.08):** Es la hipótesis de que el modelo está mal especificado.
- **El Riesgo CIEM:** Un modelo con poca muestra puede reportar un buen ajuste por puro azar, pero colapsará en futuras replicaciones porque no tuvo la potencia para ser rechazado a tiempo.



Pilar IV. Probabilidad de Error (α y β)

(¿Qué tan protegido estoy contra errores estadísticos?)

Descripción CIEM (Lenguaje claro)

El laboratorio fija explícitamente:

- nivel de significancia $\alpha = .05$,
- potencia estadística mínima $1 - \beta \geq .80$.

Esto protege al investigador contra:

- **falsos positivos** (ver efectos inexistentes),
- **falsos negativos** (no detectar efectos reales).

Decisión metodológica CIEM

El tamaño muestral final **no es el mínimo posible**, sino el necesario para cumplir estándares internacionales de potencia.

Referencia de rigor

Cohen (1988)

✦ *Mensaje para neófitos:*

“La estadística no se trata de ‘ver algo’, sino de estar seguro de no equivocarse.”

Valor Diferencial del Laboratorio CIEM IA+

El tamaño muestral recomendado por CIEM IA+ surge del criterio más exigente entre estos cuatro pilares.

Esto implica que:

- el N final **no es arbitrario**,
 - no depende de una sola fórmula,
 - y está **blindado metodológicamente** ante jurados, editores y replicaciones.
-

Texto sugerido para protocolo / metodología (APA-friendly)

El tamaño muestral fue determinado mediante el Laboratorio CIEM IA+, el cual integra criterios de efecto mínimo anticipado, complejidad estructural, estabilidad del modelo y potencia basada en RMSEA. Este enfoque combina los aportes de Soper (2025), Westland (2010), MacCallum et al. (1996) y Cohen (1988), garantizando que el modelo estimado cuente con potencia estadística suficiente y estabilidad estructural.

Referencias Obligatorias del Laboratorio SEM

Ecosistema Estadístico CIEM IA+

Director Estadístico León Darío Bello Parias – WhatsApp + 57 316 575 9247

- **Hancock, G. R., & Freeman, M. J. (2001).** Power and sample size for the root mean square error of approximation test of not close fit in structural equation modeling. *Educational and Psychological Measurement*.
 - **MacCallum, R. C., Browne, M. W., & Sugawara, H. M. (1996).** Power analysis and determination of sample size for covariance structure modeling. *Psychological Methods*. (Referencia base para el uso del RMSEA en potencia).
 - **Soper, D. S. (2025).** *A-priori Sample Size Calculator for Structural Equation Models*. [Online Software]. (Motor principal del laboratorio).
 - **Westland, J. C. (2010).** Lower bounds on sample size in structural equation modeling. *Electronic Commerce Research and Applications*. (Justificación de por qué SEM requiere más rigor que la regresión clásica).
 - **Wolf, E. J., et al. (2013).** Sample size requirements for structural equation models: An evaluation of power, Bias, and solution propriety. *Educational and Psychological Measurement*.
-