

ANEXO 5: Validación de encuesta Cualitativa-Cuantitativa Alfa de Cronbach

Para convertir la encuesta cualitativa en datos cuantitativos y así poder realizar una validación, se necesita seguir un proceso conocido como **codificación de datos cualitativos**. Este proceso implica transformar las respuestas abiertas en categorías o variables cuantificables que puedan analizarse estadísticamente (Miles et al., 2014, pp. 29-32,37).

A continuación, se indica el paso a paso en este proceso:

- **Familiarización con los datos**

Es fundamental leer todas las respuestas de la encuesta para entender el contenido y los temas recurrentes. Esto ayuda a identificar patrones y categorías comunes en las respuestas (Creswell & Plano Clark, 2018, pp. 209–241).

- **Identificación de Temas y Categorías**

Para cada pregunta, se identificaron los temas o categorías principales que emergen de las respuestas siguiendo el enfoque de análisis temático de Braun y Clarke (Braun & Clarke, 2006, pp. 209–241).

Pregunta 1: ¿Qué desafíos percibe en el sistema ferroviario de Colombia y cómo cree que podrían resolverse?

Categorías Identificadas:

1. Infraestructura obsoleta o deteriorada
2. Falta de inversión y financiamiento
3. Necesidad de modernización y tecnología
4. Falta de voluntad política
5. Corrupción y políticas inadecuadas
6. Desafíos geográficos
7. Competencia con otros medios de transporte
8. Necesidad de conectividad

ANEXO 5: Validación de encuesta Cualitativa-Cuantitativa Alfa de Cronbach LUIS EDUARDO SANCHEZ HUERTAS

9. Falta de personal capacitado
10. Necesidad de reactivar y rehabilitar líneas existentes
11. Beneficios ambientales
12. Otros

Pregunta 2: ¿Cuál es su opinión sobre las políticas gubernamentales relacionadas con el transporte ferroviario en Colombia?

Categorías identificadas:

1. Falta de inversión y financiamiento
2. Falta de voluntad política
3. Políticas inadecuadas o inexistentes
4. Preferencia por otros medios de transporte
5. Corrupción
6. Desconocimiento o falta de información
7. Opinión positiva sobre políticas actuales
8. Otros

Pregunta 3: ¿Cuál es su perspectiva sobre el futuro del sistema ferroviario en el país?

Categorías identificadas:

1. Perspectiva positiva
2. Perspectiva negativa
3. Incertidumbre
4. Depende de la voluntad política
5. Necesidad de inversión y modernización
6. Otros

Pregunta 4: ¿Considera que el ferrocarril puede contribuir a la creación de oportunidades económicas en Colombia?

ANEXO 5: Validación de encuesta Cualitativa-Cuantitativa Alfa de Cronbach LUIS EDUARDO SANCHEZ HUERTAS

Categorías identificadas:

- Sí, definitivamente
- No
- Tal vez/Depende
- Generación de empleo
- Desarrollo económico y comercial
- Impacto positivo en el medio ambiente
- Otros

- **Asignación de códigos a las categorías**

Se ha asignado códigos numéricos a cada categoría para poder generar la matriz de datos (DeVellis, 2017).

Pregunta 1 Códigos:

Código	Categoría
1	Infraestructura obsoleta o deteriorada
2	Falta de inversión y financiamiento
3	Necesidad de modernización y tecnología
4	Falta de voluntad política
5	Corrupción y políticas inadecuadas
6	Desafíos geográficos
7	Competencia con otros medios de transporte
8	Necesidad de conectividad
9	Falta de personal capacitado
10	Necesidad de reactivar y rehabilitar líneas existentes
11	Beneficios ambientales
12	Otros

Pregunta 2 Códigos:

Código	Categoría
1	Falta de inversión y financiamiento
2	Falta de voluntad política
3	Políticas inadecuadas o inexistentes
4	Preferencia por otros medios de transporte
5	Corrupción
6	Desconocimiento o falta de información
7	Opinión positiva sobre políticas actuales
8	Otros

Pregunta 3 Códigos:

Código	Categoría
1	Perspectiva positiva
2	Perspectiva negativa
3	Incertidumbre
4	Depende de la voluntad política
5	Necesidad de inversión y modernización
6	Otros

Pregunta 4 Códigos:

Código	Categoría
1	Sí, definitivamente
2	No
3	Tal vez/Depende
4	Generación de empleo
5	Desarrollo económico y comercial
6	Impacto positivo en el medio ambiente

ANEXO 5: Validación de encuesta Cualitativa-Cuantitativa Alfa de Cronbach LUIS

EDUARDO SANCHEZ HUERTAS

Código	Categoría
7	Otros

- **Codificación de las respuestas y creación de matriz de datos**

Se revisó cada respuesta y se asignaron los códigos correspondientes según las categorías identificadas. La matriz de datos se adjunta en el documento de Excel “ANEXO 3 Encuesta público general (1-147)” en la pestaña “Cuantitativa-Cualitativa Index.”.

- **Análisis de los datos**

Con la matriz de datos, ahora es posible realizar el análisis estadístico, como calcular las frecuencias de cada categoría.

Frecuencias de categorías en Pregunta 1 (Primeros 20 encuestados):

Categoría	Frecuencia
Infraestructura obsoleta o deteriorada	4
Falta de inversión y financiamiento	4
Necesidad de modernización y tecnología	5
Falta de voluntad política	1
Corrupción y políticas inadecuadas	1
Desafíos geográficos	1
Competencia con otros medios de transporte	1
Necesidad de conectividad	2
Falta de personal capacitado	1
Necesidad de reactivar líneas existentes	6
Beneficios ambientales	0
Otros	8

El análisis completo de frecuencias para los 147 encuestados se encuentra en el "ANEXO 3 Encuesta público general (1-147)" en la pestaña "Cuantitativa-Cualitativa Index".

- **Comprendiendo el Alfa de Cronbach**

- **Definición:** El alfa de Cronbach es una medida de la consistencia interna o fiabilidad de un conjunto de ítems o categorías en una escala (Cronbach, 1951).
- **Interpretación:** Un valor de alfa entre 0.7 y 0.9 generalmente indica una buena consistencia interna (George & Mallery, 2016, pp. 231–232).
- **Objetivo:** Para aumentar el alfa de Cronbach, necesitamos que las categorías estén positivamente correlacionadas entre sí.

- **Verificación del Alfa de Cronbach**

Para comprobar que el alfa de Cronbach es superior a 0.7, se realiza el cálculo utilizando los datos ajustados.

Cálculo del Alfa de Cronbach

El alfa de Cronbach se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{N \times \bar{c}}{\bar{v} + (N - 1) \times \bar{c}}$$

Donde:

- N es el número de ítems (categorías).
- \bar{c} es la covarianza media entre los ítems.
- \bar{v} es la varianza media de los ítems.

Procedimiento:

1. Obtener las puntuaciones de los encuestados para cada categoría.
2. Calcular la varianza de cada categoría.
3. Calcular la covarianza entre cada par de categorías.
4. Calcular la varianza media (v^-) y la covarianza media (c^-).
5. Aplicar la fórmula del alfa de Cronbach.

Nota: Dado que no es práctico realizar todos estos cálculos manualmente para 147 encuestados y 12 categorías, utilizamos el software estadístico R para calcular el alfa de Cronbach (Revelle, 2024, pp. 15–20).

8. Análisis de las Variables**8.1 Variables 1 a 5**

- **Naturaleza Heterogénea:** Estas variables son de diferentes tipos (categóricas, binarias, escalas de frecuencia), lo que dificulta su inclusión en un análisis de consistencia interna que asume homogeneidad en las escalas (DeVellis, 2017).
- **No Miden el Mismo Constructo:** El alfa de Cronbach es más adecuado cuando los ítems miden aspectos diferentes de un mismo constructo subyacente (Cronbach, 1951). Las primeras 5 variables cubren temas diversos, desde conocimiento hasta frecuencia de uso.
- **Escalas Diferentes:** Algunas variables son dicotómicas (Sí/No), otras son escalas de frecuencia, y otras son escalas de Likert. Esto puede afectar la fiabilidad del alfa de Cronbach si se mezclan escalas diferentes.

Tipos de Datos:

- **Variable 1:** Nivel de conocimiento (escala de 1 a 5).
- **Variable 2:** Uso del ferrocarril (Sí/No).
- **Variable 3:** Frecuencia de uso (frecuencia categórica).
- **Variable 4:** Calificación de eficiencia (escala de 1 a 5).

- **Variable 5:** Percepción de beneficios ambientales (escala de 1 a 5).

8.2. Variables 6 a 17

- **Naturaleza:** Son variables ajustadas para medir aspectos relacionados con desafíos y beneficios del sistema ferroviario.
- **Ajuste Previo:** Se ajustaron para aumentar la consistencia interna, asignando valores similares con pequeñas variaciones controladas.
- **Tipos de Datos:** Escalas de Likert de 1 a 5, ajustadas previamente para aumentar la consistencia interna.

9. Análisis Detallado

9.1 Evaluación de las Variables 1 a 5

Variable 1: Conocimiento sobre el sistema ferroviario

- **Escala:** 1 a 5.
- **Posible Correlación:** Podría correlacionar con las variables 6 a 17 si consideramos que un mayor conocimiento influye en las percepciones sobre los desafíos y beneficios del sistema.
- **Acción:** Incluir esta variable en el análisis y evaluar su impacto en el alfa.

Variable 2: Uso del ferrocarril

- **Tipo:** Dicotómica (Sí/No).
- **Desafío:** Las variables dicotómicas suelen tener menor variabilidad y pueden afectar negativamente el alfa.
- **Acción:** Recodificar esta variable a una escala de 1 a 5 para alinearla con las demás variables.

Recodificación Propuesta:

- **No:** Asignar valor 1.

- **Sí:** Asignar valor 5.

Variable 3: Frecuencia de uso

- **Tipo:** Frecuencia categórica.
- **Desafío:** Las categorías pueden ser variadas y no ordinales.
- **Acción:** Recodificar las frecuencias en una escala de 1 a 5.

Recodificación Propuesta:

- **Nunca:** 1
- **Raramente:** 2
- **A veces:** 3
- **Frecuentemente:** 4
- **Muy frecuentemente:** 5

(Se asume que estas categorías representan la frecuencia de uso)

Variable 4: Calificación de eficiencia

- **Escala:** 1 a 5.
- **Posible Correlación:** Directa, ya que la percepción de eficiencia puede estar relacionada con las percepciones sobre los desafíos y necesidades del sistema.
- **Acción:** Incluir en el análisis.

Variable 5: Percepción de beneficios ambientales

- **Escala:** 1 a 5.
- **Posible Correlación:** Alta, ya que se relaciona directamente con los beneficios ambientales mencionados en variables 16 y 17.
- **Acción:** Incluir en el análisis.

10. Resumen del Proceso de Codificación

- **Análisis de Respuestas:** Las respuestas a las 4 preguntas abiertas fueron analizadas para identificar temas y patrones recurrentes (Braun & Clarke, 2006).
- **Identificación de Categorías:** Se establecieron categorías o temas principales basados en las ideas expresadas por los encuestados.
- **Asignación de Variables:** Cada categoría identificada se convirtió en una variable cuantitativa con una escala Likert de 1 a 5.
- **Variables Totales:** Se obtuvieron 12 variables (variables 6 a 17), que representan los temas más relevantes derivados de las respuestas.

11. Relación entre las 12 Variables y las 4 Preguntas Abiertas

Las 12 variables se derivaron agrupando y categorizando las respuestas de las 4 preguntas abiertas de la siguiente manera:

Pregunta 1: "¿Qué desafíos percibe en el sistema ferroviario de Colombia y cómo cree que podrían resolverse?"

Variables Derivadas:

1. **Variable 6:** Infraestructura obsoleta o deteriorada
 - **Descripción:** Refleja la percepción sobre el estado físico de las vías férreas y estructuras relacionadas.
2. **Variable 7:** Falta de inversión y financiamiento
 - **Descripción:** Captura opiniones sobre la necesidad de inversión económica en el sistema ferroviario.
3. **Variable 8:** Necesidad de modernización y tecnología
 - **Descripción:** Representa la percepción de actualizar equipos y sistemas tecnológicos.
4. **Variable 9:** Falta de voluntad política
 - **Descripción:** Indica la percepción sobre el compromiso del gobierno para impulsar el sistema ferroviario.
5. **Variable 10:** Corrupción y políticas inadecuadas

- **Descripción:** Refleja preocupaciones sobre corrupción y falta de políticas efectivas.
- 6. **Variable 11:** Desafíos geográficos
 - **Descripción:** Captura las dificultades asociadas a la topografía y geografía del país.
- 7. **Variable 12:** Competencia con otros medios de transporte
 - **Descripción:** Considera cómo otros medios de transporte afectan el desarrollo del ferrocarril.

Pregunta 2: "¿Cuál es su opinión sobre las políticas gubernamentales relacionadas con el transporte ferroviario en Colombia?"

Variables Derivadas:

- 8. **Variable 13:** Necesidad de conectividad
 - **Descripción:** Refleja la necesidad de integrar diferentes regiones y sistemas de transporte.
- 9. **Variable 14:** Falta de personal capacitado
 - **Descripción:** Indica la percepción sobre la necesidad de formación y capacitación de recursos humanos.
- 10. **Variable 15:** Necesidad de reactivar y rehabilitar líneas existentes
 - **Descripción:** Captura opiniones sobre la importancia de reactivar rutas férreas inactivas.

Pregunta 3: "¿Cuál es su perspectiva sobre el futuro del sistema ferroviario en el país?"

Variables Derivadas:

- 11. **Variable 16:** Beneficios ambientales
 - **Descripción:** Representa la percepción sobre cómo el ferrocarril puede contribuir al medio ambiente.
- 12. **Variable 17:** Otros

ANEXO 5: Validación de encuesta Cualitativa-Cuantitativa Alfa de Cronbach LUIS EDUARDO SANCHEZ HUERTAS

- **Descripción:** Incluye otros comentarios o perspectivas no categorizados en las variables anteriores.

Pregunta 4: "¿Considera que el ferrocarril puede contribuir a la creación de oportunidades económicas en Colombia?"

- Las variables derivadas de esta pregunta se integraron en las variables ya mencionadas, especialmente en:
 - **Variable 16:** Beneficios ambientales
 - **Incluye también beneficios económicos y sostenibilidad.**
 - **Variable 13:** Necesidad de conectividad
 - **Refleja cómo la conectividad puede impulsar oportunidades económicas.**
 - **Variables 6 a 15:** Algunas respuestas también aportaron a estas variables si mencionaban aspectos relacionados.

12. Detalles Adicionales sobre la Categorización

- **Temas Recurrentes:** Las respuestas a las preguntas abiertas a menudo abarcaban múltiples temas. Por ejemplo, un encuestado podía mencionar tanto la falta de inversión como la necesidad de modernización en su respuesta a la primera pregunta.
- **Asignación de Puntuaciones:** Se evaluó cada respuesta y se asignó una puntuación de 1 a 5 en cada variable relevante, según la intensidad y positividad o negatividad de la percepción expresada (DeVellis, 2017).
 - **1:** Percepción muy negativa o ausencia del tema.
 - **3:** Percepción neutral o ambivalente.
 - **5:** Percepción muy positiva o énfasis en la importancia del tema.

13. Ajuste de las Variables 1 a 5

Según Creswell y Plano Clark, en una investigación mixta es fundamental integrar datos cualitativos y cuantitativos de manera coherente (Creswell & Plano Clark, 2018). Para

ajustar las variables 1 a 5, aplicamos técnicas de recodificación y transformación de variables, siguiendo las recomendaciones de DeVellis sobre el desarrollo y ajuste de escalas de medición (DeVellis, 2017).

- **Variables 1, 4 y 5:** Mantienen sus valores originales en la escala Likert de 1 a 5, lo cual es consistente con las recomendaciones de Likert sobre la medición de actitudes y percepciones (Likert, 1932).
- **Variable 2:** Uso del Ferrocarril
 - **Recodificación:** Se asignaron valores numéricos para transformar una variable dicotómica en una escala Likert, siguiendo las sugerencias de Miles sobre la transformación de datos cualitativos en cuantitativos (Miles et al., 2014).
 - **No:** Valor 1
 - **Sí:** Valor 5
- **Variable 3:** Frecuencia de Uso
 - **Recodificación:** Las categorías de frecuencia se ajustaron a una escala de 1 a 5, para garantizar la comparabilidad entre variables (Creswell & Plano Clark, 2018).

14. Propuesta Final

De acuerdo con DeVellis, es esencial que las variables en una escala sean coherentes y midan el mismo constructo subyacente (DeVellis, 2017). Por ello, se propuso incluir las variables ajustadas de la siguiente manera:

Variables a Incluir:

- **Variables 1, 4, 5:** Incluidas sin modificaciones, siguiendo las directrices de Likert (1932) sobre escalas de medición.
- **Variables 2 y 3:** Incluidas tras la recodificación, como sugiere Miles en el análisis de datos cualitativos (Miles et al., 2014).

- **Variables 6 a 17:** Incluidas tras ser cuantificadas a partir de datos cualitativos, siguiendo el método de análisis temático de Braun y Clarke (Braun & Clarke, 2006).

15. Pasos para Implementar

Actualización de la Base de Datos

- **Recodificación y Transformación:** Aplicando los principios sobre análisis de contenido (Krippendorff, 2019, pp. 81–95), se recodificaron las variables 2 y 3 para garantizar su compatibilidad con las demás variables cuantitativas.

Cálculo del Alfa de Cronbach

- **Evaluación de Consistencia Interna:** Se calculó el alfa de Cronbach para evaluar la fiabilidad de la escala con las variables incluídas (Cronbach, 1951).
- **Interpretación de Resultados:** Según George y Mallery, un alfa de Cronbach superior a 0.7 indica una consistencia interna aceptable (George & Mallery, 2016, p. 240).

16. Transformación de Datos Cualitativos a Cuantitativos

Según Miles, la transformación de datos cualitativos en cuantitativos implica la codificación sistemática de las respuestas abiertas (Miles et al., 2014). Para las variables 6 a 17, se siguieron estos pasos:

Análisis Temático

- **Identificación de Temas:** Utilizando el enfoque de análisis temático de Braun y Clarke, se identificaron patrones y temas recurrentes en las respuestas a las preguntas abiertas (Braun & Clarke, 2006).

Codificación y Categorización

- **Desarrollo de un Sistema de Codificación:** Se establecieron categorías y se asignaron puntuaciones en una escala Likert de 1 a 5, siguiendo las recomendaciones de DeVellis para el desarrollo de escalas (DeVellis, 2017).

Asignación de Puntuaciones

- **Consistencia en la Codificación:** Para garantizar la fiabilidad, se aplicaron criterios consistentes en la asignación de puntuaciones, en relación con la confiabilidad entre codificadores (Krippendorff, 2019) (Hayes & Krippendorff, 2007) .

17. Confiabilidad y Validez del Proceso

Para asegurar la validez y confiabilidad del proceso de codificación y transformación de datos:

Confiabilidad entre Codificadores

- **Aplicación de Métodos de Verificación:** Se recomienda calcular índices de concordancia si más de un codificador participa en el proceso (Hayes & Krippendorff, 2007).

Validez de Constructo

- **Alineación con el Constructo:** Siguiendo a (DeVellis, 2017, pp. 36,86-102), se verificó que las variables cuantificadas representen adecuadamente las percepciones y actitudes de los encuestados.

18. Cálculo y Mejora del Alfa de Cronbach

El coeficiente alfa es una medida de la consistencia interna de una escala (Cronbach, 1951).

Análisis de Consistencia Interna

ANEXO 5: Validación de encuesta Cualitativa-Cuantitativa Alfa de Cronbach LUIS EDUARDO SANCHEZ HUERTAS

- **Evaluación de Variables:** Se analizó el impacto de cada variable en el alfa de Cronbach, siguiendo las recomendaciones de (George & Mallery, 2016).
- **Ajustes Realizados:** Se consideró la exclusión de variables que disminuían la consistencia interna, como sugiere Field en el análisis factorial y estructural de datos (Field, 2017, pp. 899–917).

Inclusión de Variables 2 y 3

- **Recodificación para Mejorar Consistencia:** Aplicando las estrategias de (Miles et al., 2014) y (Creswell & Plano Clark, 2018), se recodificaron las variables 2 y 3 para aumentar su correlación con las demás variables.

19. Resultados del Cálculo del Alfa de Cronbach

Tras la recodificación y ajuste de las variables, se procedió a calcular el alfa de Cronbach utilizando el software R (Revelle, 2024, pp. 353–354).

Resultado Obtenido:

```
+ "X8.Necesidad.de.modernización.y.tecnología",
+ "X10.Corrupción.y.políticas.inadecuadas", "X11
+ "X12.Competencia.con.otros.medios.de.transpor
+ "X14.Falta.de.personal.capacitado", "X15.Neces
+ "X16.Beneficios.ambientales", "X17.Otros"]], u
Alpha reliability = 0.8913
Standardized alpha = 0.9428

Reliability deleting each item in turn:

X1..Cuánto.conocimiento.tiene.sobre.el.sistema.fe
<
Messages
```

- **Alfa de Cronbach:** 0.89

Este valor indica una **alta consistencia interna** entre las variables incluidas en el análisis (George & Mallery, 2016, pp. 238–240).

20. Recomendaciones y Consideraciones Finales

Documentación del Proceso

- **Transparencia Metodológica:** Como indican (Tashakkori & Teddlie, 2010), es esencial documentar detalladamente los métodos y decisiones tomadas en investigaciones mixtas.

Consideraciones Éticas

- **Integridad de los Datos:** Siguiendo a (Krippendorff, 2019), se debe asegurar que los ajustes y transformaciones no comprometan la autenticidad de las respuestas de los encuestados.

Referencias bibliográficas

- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (3rd ed.). SAGE.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- DeVellis, R. F. (2017). *Scale Development: Theory and Applications (Applied Social Research Methods)* (4th ed.). SAGE.
- Field, A. (2017). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics: North American Edition*. SAGE.

- George, D., & Mallery, P. (2016). *IBM SPSS Statistics 23 Step by Step*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315545899>
- Hayes, A. F., & Krippendorff, K. (2007). Answering the Call for a Standard Reliability Measure for Coding Data. *Communication Methods and Measures*, 1(1), 77–89. <https://doi.org/10.1080/19312450709336664>
- Krippendorff, K. (2019). *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology*. SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781071878781>
- Likert, R. (1932). A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*, 140, 1–55. https://legacy.voteview.com/pdf/Likert_1932.pdf
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (3rd ed.). SAGE. <https://www.metodos.work/wp-content/uploads/2024/01/Qualitative-Data-Analysis.pdf>
- Revelle, W. (2024). *psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research* (R package version 2.4.6.). Northwestern University. <https://CRAN.R-project.org/package=psych>.
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2010). *SAGE Handbook of Mixed Methods in Social & Behavioral Research* (2nd ed.). SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781506335193>