



IIDH / CAPEL

INSTITUTO INTERAMERICANO DE DERECHOS HUMANOS
CENTRO DE ASESORÍA Y PROMOCIÓN ELECTORAL

AUDITORÍA DE SISTEMAS

AUDITORÍA EXTERNA INTERNACIONAL

*Elecciones Presidente y Vicepresidente de la República 2026,
Registraduría Nacional del Estado Civil, Colombia*

INFORME

ANÁLISIS DE DATOS

POST-ELECTORALES

18 de junio, 2026

INFORME

ANÁLISIS DE DATOS

Elección Presidencial
Primera Vuelta



CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	5
II.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA AUDITORÍA	7
2.1	Objetivos de la Auditoría	7
2.2	Alcance de la Auditoría	7
III.	METODOLOGÍA DE AUDITORÍA	9
3.1	Preparación e integración de datos	9
3.2	Análisis descriptivo de los datos	10
3.3	Pruebas de detección de anomalías y validación de naturalidad de los resultados electorales	14
3.3.1	Pruebas de bondad de ajuste	14
3.3.1.1	Prueba Chi-cuadrado (χ^2)	15
3.3.1.2	Prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S)	18
3.3.2	Análisis de relaciones entre variables	21
3.3.3	Ley de Benford	24
3.3.4	Prueba de Bebbber y Scacco	27
3.3.4.1	Prueba de uniformidad del último dígito	30
3.3.4.2	Prueba de frecuencia de pares repetidos	32
3.3.5	Prueba de Klimek	35
3.3.6	Prueba de Shpilkin	38
IV.	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DATOS	42
4.1	Distribución de la votación	42
4.1.1	Distribución de votos por candidatura	43
4.1.2	Distribución de resultados a nivel de mesa	45
4.1.3	Distribución de votos por candidatura a nivel de mesa	48
4.1.4	Dispersión de la votación por candidatura	50
4.1.5	Distribución de la votación según tipo de mesa	53
4.1.6	Identificación de valores atípicos (outliers)	56
4.2	Pruebas de detección de anomalías y validación de naturalidad de los resultados electorales	60
4.2.1	Ley de Benford	60
4.2.2	Prueba de Bebbber y Scacco	71



4.2.2.1	Uniformidad del último dígito	72
4.2.2.2	Frecuencia de pares repetidos.....	78
4.2.3	Prueba de Klimek.....	81
4.2.4	Prueba de Shpilkin.....	88
4.3	Resumen consolidado de resultados	94
V.	Conclusión	96



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribución de votos por candidato	44
Gráfico 2. Distribución de votos por mesa (asimetría).....	46
Gráfico 3. Distribución de votos por mesa (Curtosis).....	47
Gráfico 4. Distribución de votos Cepeda y De La Espriella por mesa de votación.....	49
Gráfico 5. Dispersión de los votos por mesa -Abelardo De La Espriella.....	51
Gráfico 6. Dispersión de los votos por mesa - Iván Cepeda.....	52
Gráfico 7. Distribución de votos por tipo de mesa.....	54
Gráfico 8. Identificación de valores atípicos en mesas con capacidad inferior a 360 electores.	57
Gráfico 9. Identificación de valores atípicos en mesas con capacidad superior a 360 electores.	58
Gráfico 10. Ley de Benford - por municipio. Abelardo De La Espriella.....	62
Gráfico 11. Ley de Benford- por municipio. Iván Cepeda.....	63
Gráfico 12. Desviaciones respecto a Benford - Abelardo De La Espriella.....	65
Gráfico 13. Desviaciones respecto a Benford - Iván Cepeda.....	66
Gráfico 14. Curva acumulada (KS) - Abelardo De La Espriella.....	68
Gráfico 15. Curva acumulada (KS) - Iván Cepeda.....	69
Gráfico 16. Bebbber y Scacco - Distribución observada del último dígito – Total de votos por mesa.	73
Gráfico 17. Bebbber y Scacco - Distribución observada del último dígito – Abelardo De La Espriella.....	74
Gráfico 18. Bebbber y Scacco- Distribución observada del último dígito – Iván Cepeda.	75
Gráfico 19. Bebbber y Scacco - Frecuencia por par repetido.....	78
Gráfico 20. Klimek - Municipios donde obtuvo más votos Abelardo de la Espriella.....	82
Gráfico 21. Klimek - Municipios donde obtuvo más votos Iván Cepeda Castro.	84
Gráfico 22. Klimek - Comparación integrada entre municipios ganados por las candidaturas con más votos.	86
Gráfico 23. Shpilkin - Abelardo De La Espriella.....	89
Gráfico 24. Shpilkin - Iván Cepeda.....	91

I. INTRODUCCIÓN

Como parte de las actividades desarrolladas por la Auditoría Externa Internacional para la elección de Presidente y Vicepresidente de la República 2026 del 31 de mayo 2026, y en complemento a las evaluaciones técnicas efectuadas para la fase post-electoral, se consideró pertinente desarrollar un análisis especializado de los resultados electorales orientado a examinar la consistencia, integridad y comportamiento estadístico de los datos generados durante el proceso electoral.

Mientras las actividades de auditoría ejecutadas durante las etapas previas estuvieron enfocadas en la evaluación de sistemas de información, infraestructura tecnológica, controles de seguridad, mecanismos de procesamiento, transmisión y consolidación de resultados, la presente revisión incorpora una perspectiva complementaria centrada en el análisis de los datos electorales resultantes de la elección. Este enfoque permite valorar si los resultados observados presentan características compatibles con patrones esperados en procesos reales de votación, fortaleciendo así la evaluación integral del proceso electoral desde una perspectiva basada en evidencia.

La auditoría de datos electorales parte del principio de que los procesos de votación genuinos generan estructuras estadísticas, matemáticas y territoriales que reflejan el comportamiento agregado de millones de decisiones individuales, produciendo patrones observables de distribución, participación y concentración del voto. Bajo esta premisa, la identificación de comportamientos compatibles con dichas dinámicas constituye un elemento relevante para valorar la coherencia y naturalidad de los resultados electorales registrados.

En este contexto, el presente informe desarrolla una revisión analítica de los archivos de Preconteo y Escrutinio, incorporando validaciones de integridad estructural, pruebas de consistencia matemática, análisis descriptivos y metodologías estadísticas ampliamente utilizadas en auditoría electoral para la detección de patrones atípicos. El análisis incluye además la

evaluación de la concordancia entre las distintas fuentes de información disponibles, con el propósito de verificar la consistencia de los datos utilizados durante la auditoría.

Las pruebas aplicadas no tienen por finalidad sustituir los procedimientos legales de verificación electoral ni emitir juicios sobre resultados específicos de la elección. Su propósito consiste en evaluar la coherencia interna de la información y determinar si los patrones observados resultan compatibles con un comportamiento electoral natural o si, por el contrario, evidencian señales estadísticas atípicas.

Las conclusiones presentadas se fundamentan en la valoración conjunta de la evidencia obtenida mediante las diferentes pruebas aplicadas, bajo el criterio de que ninguna metodología individual resulta suficiente para sustentar por sí sola una conclusión definitiva sobre la existencia o ausencia de anomalías. En consecuencia, los resultados deben interpretarse de manera integrada, considerando simultáneamente los hallazgos de integridad, consistencia matemática y comportamiento estadístico desarrollados a lo largo del presente informe.

II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA AUDITORÍA

2.1 Objetivos de la Auditoría

Determinar si los resultados electorales de la elección presidencial 2026 primera ronda, presentan patrones compatibles con un comportamiento electoral natural y consistente con procesos reales de votación, mediante la evaluación de la integridad de los datos, la consistencia matemática de los resultados y el análisis de su comportamiento estadístico.

2.2 Alcance de la Auditoría

El presente análisis se desarrolló sobre los resultados electorales mesa a mesa (mmv) correspondientes a los archivos de Preconteo y Escrutinio. El alcance de la auditoría comprende la totalidad de los registros contenidos en ambas fuentes de información y considera tanto la comparación de los resultados reportados durante las distintas etapas del proceso electoral como la evaluación de la integridad, consistencia y comportamiento estadístico de los datos consolidados.

Para alcanzar dicho propósito, la revisión se estructuró en dos etapas complementarias:

- Comparación registro a registro entre los archivos de Preconteo y Escrutinio, con el propósito de determinar el grado de correspondencia y establecer si las variaciones encontradas corresponden a los márgenes operativos previstos para la transición entre ambas fases
- Verificación de integridad, consistencia matemática y comportamiento estadístico del archivo de Escrutinio.

La primera etapa tiene como propósito determinar el grado de correspondencia existente entre los resultados reportados en Preconteo y



Escrutinio, mediante la comparación de registros, mesas, candidatos y votaciones asociadas. Esta validación permite establecer si ambas fuentes presentan niveles de concordancia compatibles con las diferencias operativas propias de las distintas fases del proceso electoral.

Bajo este enfoque, las pruebas de integridad, consistencia matemática y comportamiento estadístico se desarrollan principalmente sobre el archivo de Escrutinio, por constituir la versión oficialmente consolidada de los resultados electorales. En consecuencia, una vez verificado un elevado nivel de concordancia entre ambas fuentes de información, el análisis detallado sobre los resultados de Escrutinio permite evaluar las características generales del proceso electoral utilizando la fuente de datos definitiva, evitando la duplicación innecesaria de procedimientos sobre conjuntos de información sustancialmente equivalentes.

El alcance definido proporciona una base de información amplia, consistente y representativa del proceso electoral analizado, permitiendo desarrollar las validaciones de integridad, consistencia matemática, concordancia entre fuentes y análisis estadísticos descritos en las secciones posteriores del presente informe.

III. METODOLOGÍA DE AUDITORÍA

La auditoría se desarrolló mediante un enfoque de análisis cuantitativo y validación de integridad de datos aplicado sobre los archivos mesa a mesa (mmv) de Preconteo y Escrutinio correspondientes a la elección presidencial 2026 – primera vuelta.

Las actividades ejecutadas se orientaron a verificar la consistencia de la información electoral, la coherencia matemática de los resultados reportados y la presencia o ausencia de patrones estadísticos atípicos que pudieran sugerir procesos de generación artificial o alteración sistemática de datos.

La metodología aplicada se estructuró en preparación e integración de datos, validación de integridad, concordancia de datos y consistencia matemática, análisis descriptivo y pruebas estadísticas.

Los procedimientos aplicados son complementarios y pueden analizarse en dos sentidos, primero, se pueden interpretar de manera individual, es decir cada uno por separado; y, en segundo lugar, todos ellos en su conjunto para dar un balance colectivo.

En síntesis, cada procedimiento por separado, así como los resultados que se derivan de la aplicación del conjunto de procedimientos, permiten descartar la existencia de patrones de datos atípicos o valores extremos en los resultados.

3.1 Preparación e integración de datos

Durante esta etapa se efectúan procesos de depuración, estandarización y validación de formatos, con el propósito de garantizar la consistencia de los identificadores utilizados en las diferentes fuentes de información. Asimismo, se construyen identificadores únicos para puestos y mesas de votación que permiten realizar comparaciones y agregaciones homogéneas sobre la totalidad de los registros analizados.

De manera complementaria, se incorpora la información correspondiente al potencial máximo de electores por mesa a partir de los archivos básicos de indicadores electorales y puestos de votación, permitiendo disponer de un parámetro de referencia para las pruebas posteriores de participación electoral y consistencia matemática.

Una vez integradas las distintas fuentes de información, se realizan validaciones preliminares orientadas a verificar la completitud de los registros, la ausencia de duplicidades relevantes, la coherencia de las variables electorales analizadas y la consistencia general entre los archivos de Preconteo y Escrutinio utilizados en la auditoría.

Estas actividades tienen como finalidad garantizar que los datos utilizados en las etapas posteriores presenten condiciones adecuadas de integridad y consistencia, proporcionando una base confiable para el análisis descriptivo y la aplicación de las pruebas de detección de anomalías estadísticas.

3.2 Análisis descriptivo de los datos

Antes de aplicar las pruebas de detección de anomalías y validación de naturalidad de los resultados electorales, resulta necesario comprender las características generales del conjunto de datos analizado y la forma en que se distribuye la información electoral observada.

Desde una perspectiva conceptual, esta etapa responde a la siguiente pregunta:

¿Cómo se comportan los datos electorales analizados y cuáles son sus principales características estructurales?

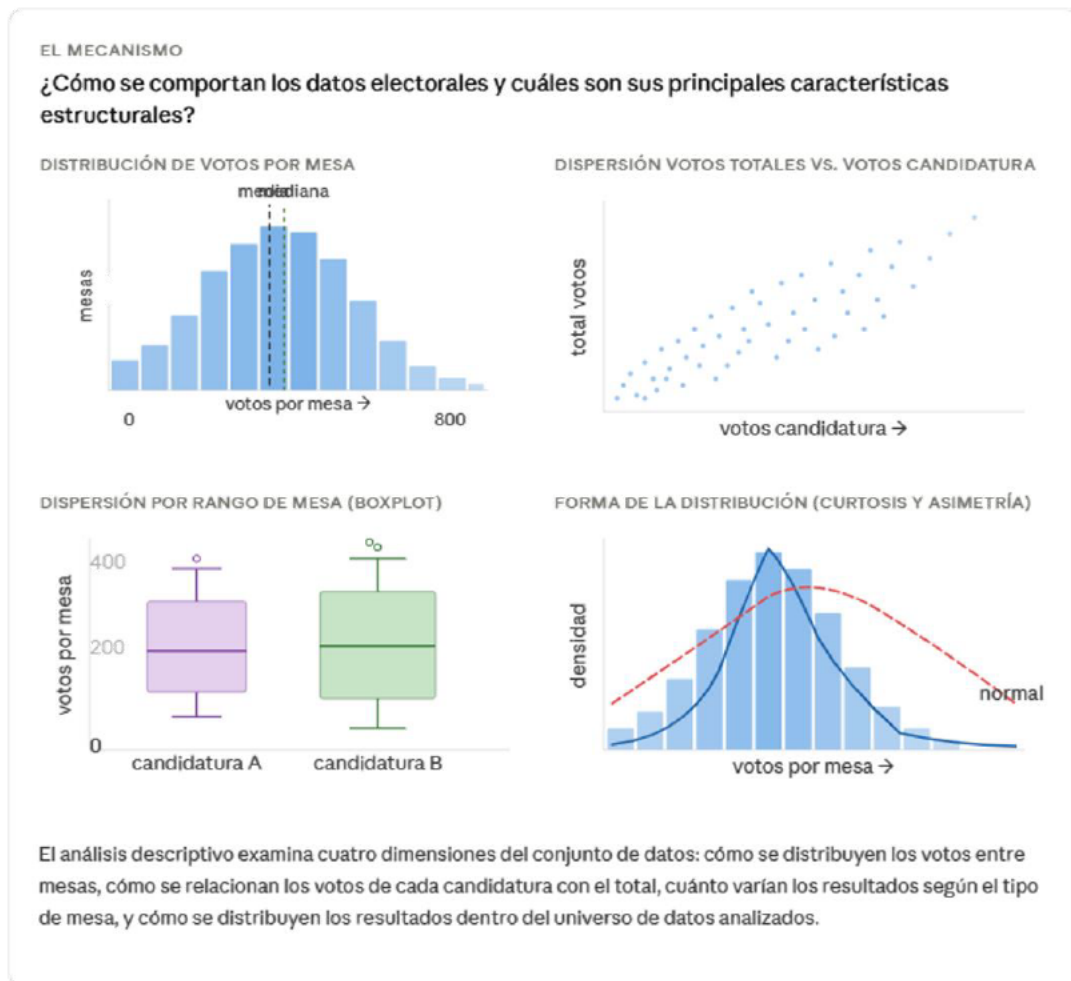
Para responder esta pregunta se realiza una caracterización general del universo de información evaluado, examinando aspectos relacionados con la dimensión y cobertura de los datos analizados, la distribución de la votación, los niveles de concentración electoral, la dispersión de los resultados observados y la presencia de observaciones atípicas dentro del conjunto de datos.

Asimismo, se analizan distintas medidas descriptivas orientadas a comprender la forma general de las distribuciones observadas, incluyendo indicadores de tendencia central, dispersión, asimetría y curtosis, así como representaciones gráficas que permiten visualizar los principales patrones presentes en la información electoral.

A diferencia de las metodologías desarrolladas en los apartados posteriores, el análisis descriptivo no tiene como finalidad detectar irregularidades ni contrastar hipótesis forenses específicas. Su propósito consiste en proporcionar una visión general del comportamiento de los datos, identificar patrones predominantes y establecer parámetros de referencia que faciliten la interpretación de las pruebas estadísticas aplicadas posteriormente.

La información obtenida durante esta etapa permite contextualizar los resultados de la auditoría y comprender las características propias del proceso electoral analizado antes de evaluar la existencia de posibles anomalías estadísticas.

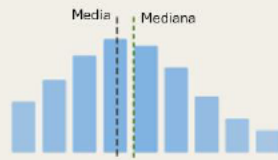
Figura 1. Mapa conceptual · Análisis descriptivo



CONCEPTOS CLAVE

Cuatro medidas que describen la forma y el centro de los datos

Media y mediana



La media es el promedio aritmético.
La mediana es el valor central.
Si difieren, hay sesgo.

Cuando la media y la mediana son muy distintas, la distribución está sesgada por valores extremos. Una media más baja que la mediana indica muchas mesas con pocos votos y pocas con valores muy altos.

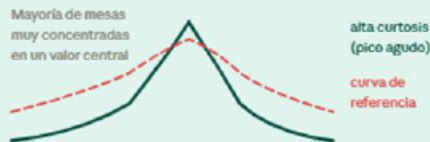
Asimetría



Cola más larga hacia la derecha: más observaciones concentradas en valores bajos, pocas muy altas.

La asimetría describe si los datos se distribuyen de forma equilibrada o si existe una mayor concentración de observaciones hacia uno de los extremos de la distribución. Una distribución perfectamente simétrica tendría sus valores igualmente distribuidos a ambos lados del centro.

Curtosis



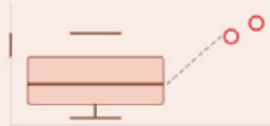
Mayoría de mesas muy concentradas en un valor central

alta curtosis (pico agudo)
curva de referencia

La curtosis mide qué tan puntiaguda o plana es la distribución respecto a una curva de referencia. Una curtosis alta indica que la mayoría de las mesas tienen resultados muy similares entre sí, con pocas excepciones extremas. Una curtosis baja indica mayor dispersión.

Valores atípicos

La caja muestra el rango típico.
Los puntos fuera son valores atípicos.



Los valores atípicos son mesas con resultados inusualmente altos o bajos respecto al comportamiento general. Su presencia es esperable en cualquier conjunto de datos, pero una cantidad inusual o su concentración en zonas específicas puede constituir una señal que amerite revisión.

¿DÓNDE APARECE EN ESTA AUDITORÍA?

Una caracterización general del universo de datos antes de aplicar cualquier prueba forense

Propósito del análisis descriptivo

A diferencia de las pruebas desarrolladas en las secciones siguientes, el análisis descriptivo no busca detectar irregularidades. Su función es proporcionar una visión general de los datos — sus magnitudes, su variabilidad y su comportamiento general — que facilite la interpretación de todos los resultados posteriores.

etapa previa · sin hipótesis forense

No busca detectar irregularidades, sino proporcionar una línea base para interpretar los resultados de las pruebas posteriores.

Datos electorales
universo completo

Análisis descriptivo
caracterización general

Pruebas forenses
Benford · Bebbler & Scacco · Klimek · Shpilkin

3.3 Pruebas de detección de anomalías y validación de naturalidad de los resultados electorales

Con el propósito de evaluar la naturalidad de los resultados electorales observados y detectar posibles señales compatibles con generación artificial o alteración sistemática de datos, se aplica un conjunto complementario de pruebas estadísticas ampliamente utilizadas en auditoría electoral.

3.3.1 Pruebas de bondad de ajuste

Algunas de las pruebas aplicadas durante la auditoría requieren comparar los patrones observados en los resultados electorales con distribuciones teóricas de referencia. Para realizar esta comparación de manera objetiva se utilizan pruebas de bondad de ajuste, las cuales permiten evaluar el grado de concordancia entre los datos observados y el comportamiento esperado bajo determinadas hipótesis estadísticas.

En términos generales, estas pruebas permiten determinar si las diferencias identificadas en los datos corresponden a la variabilidad normal propia de un proceso natural o si presentan desviaciones que ameritan un análisis más detallado. Su aplicación resulta particularmente relevante en metodologías como la Ley de Benford y las pruebas de Bebbler y Scacco, donde el objetivo consiste precisamente en contrastar distribuciones observadas frente a patrones teóricos esperados.

Las metodologías empleadas en esta categoría corresponden a pruebas no paramétricas, es decir, procedimientos estadísticos que no requieren asumir una distribución específica de los datos para su aplicación. Esta característica las hace particularmente útiles para el análisis electoral, donde los resultados pueden presentar distribuciones heterogéneas, asimetrías o concentraciones que no necesariamente se ajustan a modelos estadísticos ideales.

En el marco de la presente auditoría se utilizaron dos de las pruebas de bondad de ajuste más ampliamente empleadas en la literatura estadística y en el análisis forense de datos: la prueba Chi-cuadrado (χ^2) y la prueba de Kolmogorov-Smirnov (KS). Ambas metodologías permiten contrastar los resultados observados frente a patrones de referencia, aunque desde perspectivas complementarias.

3.3.1.1 Prueba Chi-cuadrado (χ^2)

La prueba Chi-cuadrado (χ^2) es una de las metodologías más utilizadas para evaluar el grado de concordancia entre una distribución observada y una distribución teórica esperada. Su propósito consiste en determinar si las diferencias identificadas entre ambos patrones son compatibles con la variabilidad normal de los datos o si, por el contrario, resultan suficientemente grandes como para considerarse estadísticamente relevantes.

La lógica de la prueba se basa en comparar, para cada categoría analizada, la frecuencia efectivamente observada con la frecuencia que debería esperarse bajo una hipótesis de referencia previamente definida. Cuanto mayor sean las diferencias entre ambos valores, mayor será el estadístico Chi-cuadrado obtenido y, en consecuencia, menor será la probabilidad de que dichas discrepancias se deban únicamente al azar.

Desde una perspectiva conceptual, la prueba responde a una pregunta sencilla:

¿Los resultados observados son compatibles con el patrón esperado o las diferencias encontradas son demasiado grandes para atribuirlos a fluctuaciones normales?

Para responder esta pregunta, la metodología calcula un estadístico global que resume el conjunto de diferencias observadas y posteriormente estima un valor de probabilidad (p -valor). Este valor permite evaluar la evidencia disponible respecto de la hipótesis analizada.

En términos generales:

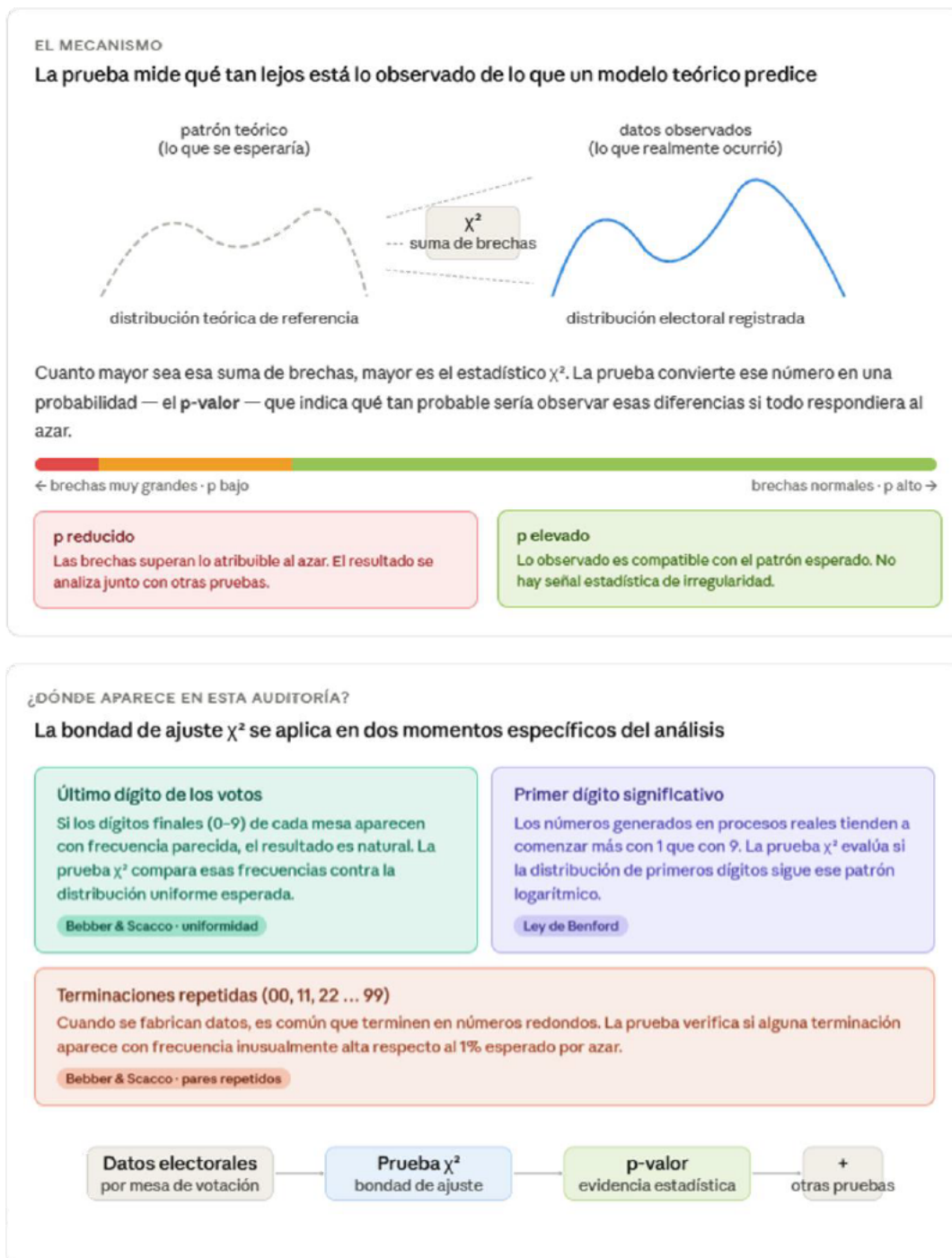
- Valores elevados de p sugieren que las diferencias observadas son compatibles con la variabilidad normal esperada.
- Valores reducidos de p indican que las diferencias observadas son mayores a las esperadas bajo la hipótesis evaluada y, por tanto, ameritan una revisión más detallada.

No obstante, la interpretación de los resultados debe realizarse con cautela. En conjuntos de datos de gran tamaño, como los utilizados en esta auditoría, la prueba puede detectar diferencias extremadamente pequeñas que carecen de relevancia práctica o forense. Por esta razón, los resultados de la prueba Chi-cuadrado se interpretan en conjunto con análisis gráficos, la magnitud de las desviaciones observadas y otras pruebas complementarias, evitando fundamentar conclusiones únicamente en el resultado de significancia estadística.

La prueba Chi-cuadrado es ampliamente utilizada en ciencias sociales, economía, medicina, biología y análisis electoral, constituyendo una herramienta consolidada para evaluar la consistencia de distribuciones observadas respecto de modelos teóricos de referencia.

En la presente auditoría, esta metodología se emplea como mecanismo de validación estadística para evaluar el grado de ajuste entre las distribuciones observadas y los patrones teóricos considerados en la Ley de Benford y en las pruebas de Bebbber y Scacco.

Figura 2. Mapa conceptual · Prueba Chi-cuadrado (χ^2)



3.3.1.2 Prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S)

La prueba de Kolmogorov-Smirnov (KS) es una metodología no paramétrica utilizada para evaluar el grado de concordancia entre una distribución observada y una distribución teórica de referencia. A diferencia de la prueba Chi-cuadrado, que analiza diferencias entre categorías específicas, la prueba KS examina el comportamiento de la distribución en su conjunto, permitiendo valorar si los datos siguen el patrón general esperado.

La lógica de la prueba consiste en comparar las distribuciones acumuladas observada y teórica. Para ello, se calcula la distancia máxima existente entre ambas curvas a lo largo de todo el rango analizado. Esta distancia constituye el estadístico principal de la prueba y representa el punto donde la discrepancia entre los datos observados y el modelo teórico alcanza su mayor magnitud.

Desde una perspectiva conceptual, la prueba responde a la siguiente pregunta:

¿La distribución observada sigue el mismo comportamiento general que la distribución teórica esperada?

A diferencia de otras metodologías centradas en diferencias puntuales entre categorías, la prueba KS permite evaluar la forma global de la distribución, identificando desviaciones acumuladas que podrían pasar desapercibidas cuando se analizan únicamente frecuencias individuales.

En términos generales:

- Distancias pequeñas entre las curvas observada y teórica indican un alto grado de concordancia entre ambas distribuciones.
- Distancias mayores sugieren diferencias más importantes respecto al patrón esperado y pueden constituir evidencia de desviaciones que requieren análisis complementarios.



Una de las principales ventajas de esta metodología es que no depende de supuestos específicos sobre la forma de la distribución analizada y mantiene un buen desempeño incluso cuando los datos presentan comportamientos complejos o distribuciones no convencionales. Asimismo, al evaluar la distribución completa, proporciona una medida global del ajuste observado.

En el contexto de la presente auditoría, la prueba KS resulta especialmente útil para complementar los resultados obtenidos mediante la prueba Chi-cuadrado. Mientras esta última permite identificar diferencias específicas entre categorías individuales, la prueba Kolmogorov-Smirnov permite determinar si dichas diferencias afectan realmente el comportamiento global de la distribución analizada.

Por esta razón, la prueba KS es ampliamente reconocida en la literatura estadística como una de las metodologías más robustas para evaluar el ajuste de distribuciones observadas respecto a modelos teóricos de referencia. En esta auditoría se utiliza como mecanismo complementario de validación en el análisis de la Ley de Benford, proporcionando una medida integral del grado de concordancia entre los resultados electorales observados y la distribución teórica esperada.

Figura 3. Mapa conceptual · Prueba Kolmogorov-Smirnov (K-S)



3.3.2 Análisis de relaciones entre variables

Algunas de las metodologías empleadas durante la auditoría se enfocan en la relación existente entre dos variables observadas simultáneamente. En particular, las pruebas de Klimek y Shpilkin analizan la interacción entre la participación electoral y la proporción de votos obtenida por las distintas candidaturas, con el propósito de identificar patrones de comportamiento compatibles o incompatibles con la dinámica esperada de un proceso electoral.

Para interpretar este tipo de análisis resulta necesario comprender dos conceptos fundamentales: la pendiente y la correlación. Ambos permiten describir la dirección y la intensidad de la relación observada entre las variables analizadas, proporcionando elementos objetivos para valorar los patrones identificados en los datos.

Pendiente

Describe la dirección general de la relación existente entre dos variables. Cuando la pendiente es positiva, ambas variables tienden a aumentar conjuntamente; cuando es negativa, el incremento de una variable tiende a estar acompañado por la disminución de la otra. Una pendiente cercana a cero indica la ausencia de una tendencia claramente definida.

Desde una perspectiva práctica, la pendiente permite visualizar cómo cambia una variable respecto de otra. En el contexto de esta auditoría, permite evaluar si mayores niveles de participación electoral tienden a estar asociados con mayores o menores porcentajes de votación para una candidatura determinada.

La pendiente describe únicamente la dirección de la tendencia observada, por lo que debe interpretarse en conjunto con otras medidas estadísticas que permitan valorar la intensidad de dicha relación.

Correlación (r)

El coeficiente de correlación (r) es una medida estadística que permite cuantificar la intensidad y dirección de la relación lineal existente entre dos variables. Sus valores oscilan entre -1 y $+1$.

Los valores positivos indican que ambas variables tienden a aumentar conjuntamente, mientras que los valores negativos reflejan una relación inversa, donde el incremento de una variable tiende a estar acompañado por la disminución de la otra. Valores próximos a cero indican relaciones débiles o inexistentes.

En términos generales, cuanto más próximo se encuentre el coeficiente a los extremos de la escala (-1 o $+1$), mayor será la intensidad de la asociación observada. Por el contrario, valores cercanos a cero reflejan relaciones débiles, donde las variaciones de una variable tienen poca capacidad para explicar el comportamiento de la otra.

En la presente auditoría, la correlación constituye un elemento complementario para interpretar los resultados de las pruebas de Klimek y Shpilkin. No obstante, su interpretación no se realiza de forma aislada, sino en conjunto con el análisis gráfico de los datos y el contexto general de los resultados observados.

Figura 4. Mapa conceptual · Análisis de relación entre variables



3.3.3 Ley de Benford

La Ley de Benford, también conocida como Ley del Primer Dígito, es una metodología utilizada para evaluar la distribución de los primeros dígitos significativos presentes en un conjunto de datos numéricos. A diferencia de lo que podría suponerse intuitivamente, en muchos fenómenos naturales y sociales los dígitos iniciales no aparecen con la misma frecuencia. Por ejemplo, el dígito 1 suele presentarse con mayor frecuencia que el dígito 9.

Desde una perspectiva conceptual, la prueba responde a la siguiente pregunta:

¿La distribución de los primeros dígitos observados en los resultados electorales es compatible con el comportamiento esperado de datos generados mediante procesos naturales?

La Ley de Benford establece que la probabilidad de aparición de cada primer dígito significativo sigue una distribución específica, donde los dígitos pequeños aparecen con mayor frecuencia que los grandes. Bajo este modelo, aproximadamente el 30,1% de los valores deberían iniciar con el dígito 1, mientras que únicamente alrededor del 4,6% deberían iniciar con el dígito 9.

La aplicabilidad e interpretación de esta metodología requiere considerar las características propias del conjunto de datos analizado. La Ley de Benford tiende a presentar un mejor ajuste cuando los valores abarcan múltiples órdenes de magnitud y no se encuentran sujetos a restricciones operativas significativas.

En el caso de los resultados electorales mesa a mesa (mmv), los valores posibles se encuentran condicionados por factores como el potencial electoral asignado a cada mesa, los niveles efectivos de participación y la distribución de los votos entre las distintas candidaturas. Estas restricciones pueden generar desviaciones respecto a la distribución teórica esperada

sin que ello implique necesariamente la existencia de manipulación o generación artificial de datos.

Por esta razón, la presente auditoría utiliza la Ley de Benford complementada mediante pruebas de bondad de ajuste, particularmente Chi-cuadrado (χ^2) y Kolmogorov-Smirnov (KS), así como mediante la inspección gráfica de las distribuciones observadas. Este enfoque permite evaluar no solamente la existencia de diferencias respecto al modelo teórico, sino también su magnitud, consistencia y relevancia práctica dentro del contexto electoral analizado.

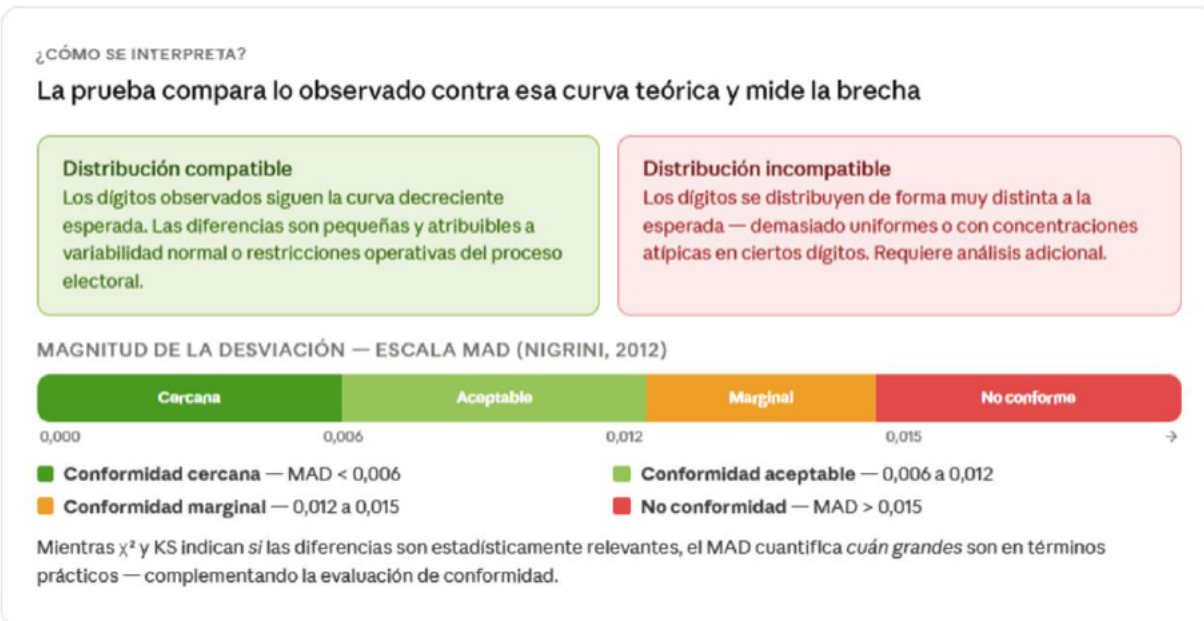
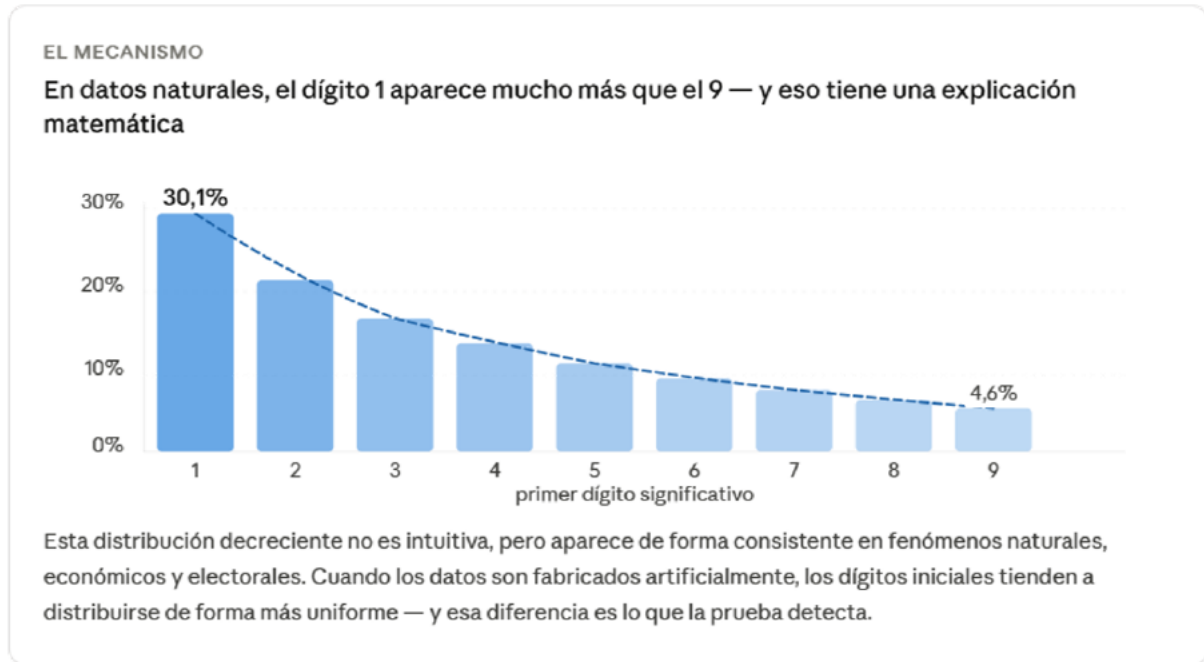
De manera complementaria, se emplea la Desviación Absoluta Media (MAD, por sus siglas en inglés), indicador utilizado para cuantificar la magnitud promedio de las diferencias entre las frecuencias observadas y las frecuencias teóricas esperadas por la Ley de Benford. Mientras las pruebas Chi-cuadrado (χ^2) y Kolmogorov-Smirnov (KS) permiten determinar si las diferencias observadas son estadísticamente relevantes, el MAD permite valorar su magnitud práctica, proporcionando una referencia adicional para evaluar el grado de conformidad de los datos con la distribución teórica esperada.

Para la interpretación de este indicador, se utilizan los criterios propuestos por el auditor y académico Mark Nigrini (2012), pionero en la aplicación de esta ley para la detección de anomalías y fraudes. Según sus umbrales de referencia, valores inferiores a 0,006 indican conformidad cercana; valores entre 0,006 y 0,012 corresponden a conformidad aceptable; valores entre 0,012 y 0,015 reflejan conformidad marginal; y valores superiores a 0,015 indican no conformidad con la distribución esperada.

Con el fin de preservar la homogeneidad de los datos y evitar distorsiones derivadas de la agregación de comportamientos electorales heterogéneos, la prueba se aplica de forma independiente sobre las dos candidaturas con mayor representación electoral, las cuales concentran la mayor proporción de votos válidos registrados. De esta forma, la evaluación permite analizar

el comportamiento de cada distribución de manera individual y valorar su grado de concordancia con el patrón teórico esperado.

Figura 5. Mapa conceptual · Ley de Benford



¿DÓNDE APARECE EN ESTA AUDITORÍA?

Tres tipos de análisis por cada candidatura principal

Distribución del primer dígito

Compara las frecuencias observadas de cada dígito (1-9) contra la frecuencia teórica esperada por Benford. Permite ver de un vistazo si algún dígito aparece con mucha más o menos frecuencia de lo esperado.

por candidatura

Desviaciones respecto al patrón teórico

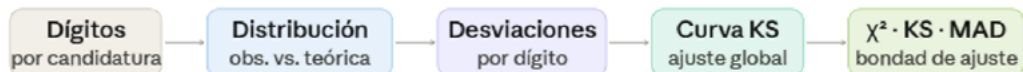
Muestra la diferencia entre lo observado y lo esperado para cada dígito. Facilita identificar si las brechas son sistemáticas — concentradas en los primeros dígitos — o dispersas, lo que tendría implicaciones distintas.

por candidatura

Curva acumulada (KS)

Complementa los dos análisis anteriores evaluando si el comportamiento global acumulado de los dígitos se aleja de la curva teórica de Benford, más allá de las diferencias puntuales por dígito.

por candidatura



3.3.4 Prueba de Bebbler y Scacco

Las metodologías propuestas por Bebbler & Scacco constituyen un conjunto de pruebas orientadas a evaluar la naturalidad de los resultados electorales mediante el análisis de los dígitos finales de las cifras registradas. A diferencia de la Ley de Benford, que examina el comportamiento del primer dígito significativo, estas metodologías se concentran en los últimos dígitos de los resultados observados.

El fundamento de estas pruebas se basa en la observación de que los seres humanos suelen presentar dificultades para reproducir procesos genuinamente aleatorios al generar números de forma artificial. Como consecuencia, pueden aparecer preferencias inconscientes por determinados dígitos, evitación de ciertas combinaciones o

concentraciones numéricas que se apartan de los patrones esperados en datos generados de manera natural.

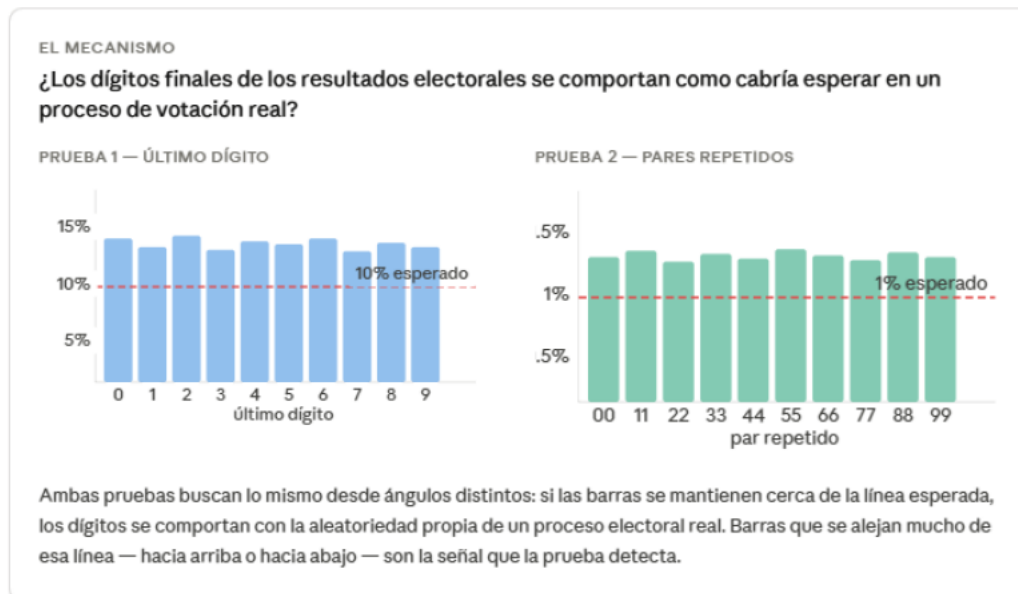
Desde una perspectiva conceptual, las pruebas responden a la siguiente pregunta:

¿Los dígitos finales de los resultados electorales presentan un comportamiento compatible con la variabilidad esperada en un proceso de votación real?

Bajo condiciones normales, los últimos dígitos de los resultados electorales deberían comportarse de forma aproximadamente aleatoria, sin mostrar concentraciones excesivas en determinadas categorías ni patrones sistemáticos de repetición. Aunque pequeñas diferencias son esperables debido a la variabilidad propia de los datos, desviaciones persistentes o concentraciones inusuales pueden constituir señales de comportamiento atípico que ameriten análisis complementarios.

Con el propósito de evaluar distintas dimensiones de este comportamiento, la auditoría aplica dos pruebas complementarias. La primera examina la uniformidad del último dígito de los resultados registrados, mientras que la segunda evalúa la frecuencia de aparición de pares repetidos en los dos últimos dígitos observados. En conjunto, ambas metodologías permiten valorar la consistencia de los patrones numéricos presentes en los datos y complementar la evidencia obtenida mediante otras pruebas de detección de anomalías estadísticas.

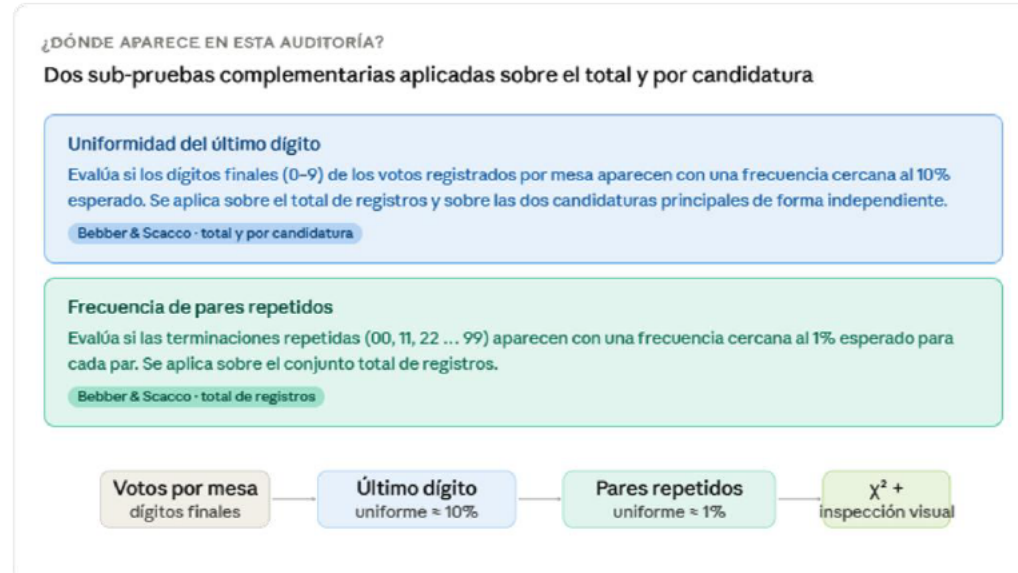
Figura 6. Mapa conceptual · Prueba Bebber y Scacco



¿CÓMO SE INTERPRETA?
La uniformidad de los dígitos finales es la firma de datos generados de forma natural

Barras cercanas a la línea esperada
 Los dígitos finales se distribuyen con la aleatoriedad esperada. Comportamiento compatible con un proceso de votación y conteo natural.

Barras que se alejan de la línea
 Algunos dígitos o pares aparecen con frecuencia inusual. Puede reflejar preferencias inconscientes al fabricar datos artificialmente.



3.3.4.1 Prueba de uniformidad del último dígito

La prueba de uniformidad del último dígito, propuesta por Bebbber, examina la distribución de los dígitos finales presentes en los resultados electorales registrados. Su objetivo consiste en verificar si los últimos dígitos observados presentan una distribución compatible con la variabilidad esperada en un proceso natural de votación.

A diferencia de la Ley de Benford, que analiza el primer dígito significativo y cuya distribución teórica no es uniforme, esta metodología parte del supuesto de que los últimos dígitos deberían distribuirse de manera aproximadamente homogénea. Bajo condiciones normales, los dígitos del 0 al 9 deberían aparecer con frecuencias similares, representando cada uno aproximadamente el 10% de las observaciones analizadas.

Desde una perspectiva conceptual, la prueba responde a la siguiente pregunta:

¿Los últimos dígitos de los resultados electorales se distribuyen de forma equilibrada o existe una concentración inusual en determinados valores?

La lógica de la prueba se fundamenta en que los dígitos finales de los resultados electorales están sujetos a múltiples factores asociados a la dinámica propia de la votación, por lo que no debería observarse una preferencia sistemática por valores específicos.

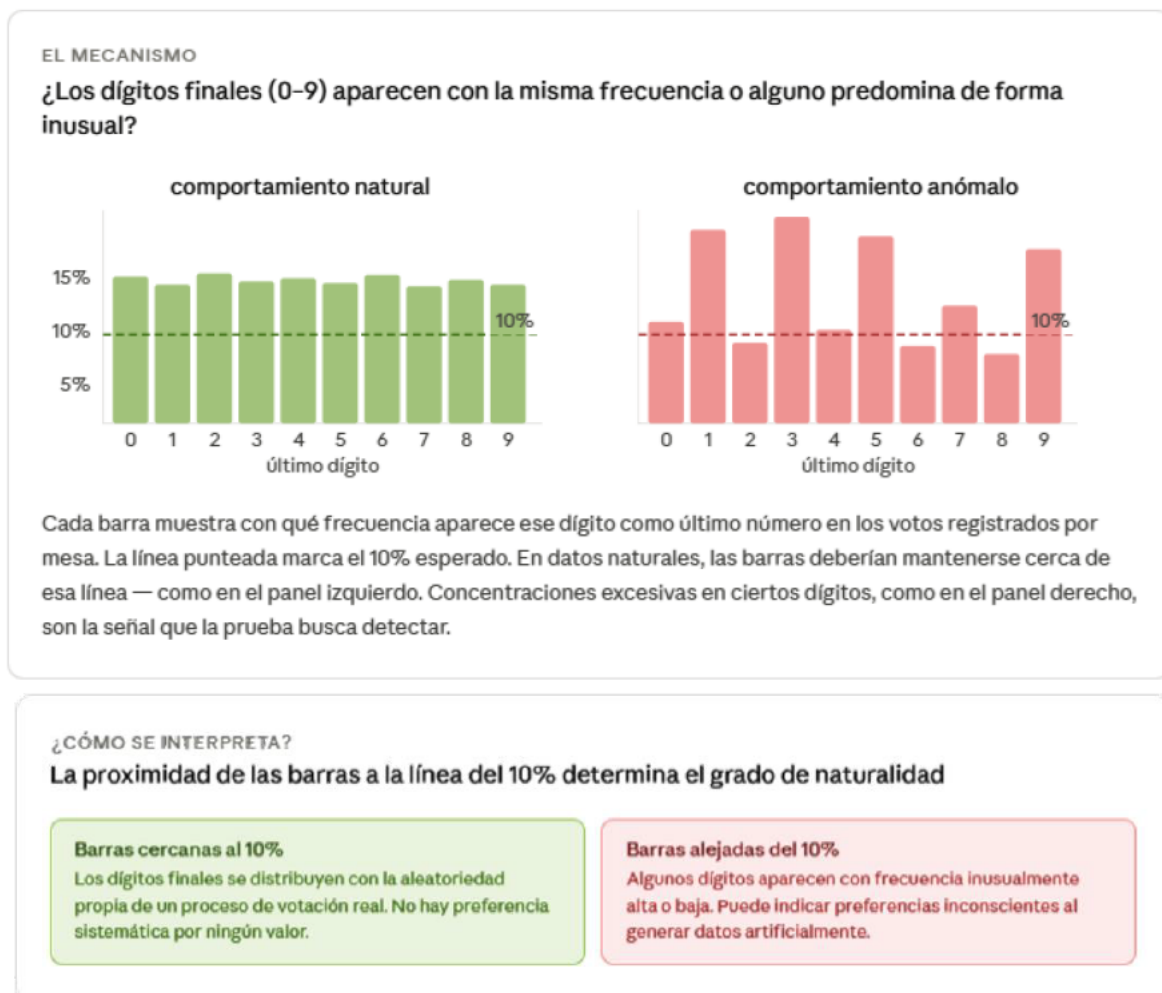
Para su aplicación, se extrae el último dígito de cada resultado analizado y se calcula la frecuencia observada de aparición de los dígitos comprendidos entre 0 y 9. Posteriormente, la distribución obtenida se compara con una distribución uniforme teórica mediante pruebas de bondad de ajuste y análisis gráfico de frecuencias.

La interpretación de los resultados se realiza considerando conjuntamente la magnitud de las diferencias observadas, su consistencia y el

comportamiento global de la distribución, dado que pequeñas desviaciones respecto al valor esperado forman parte de la variabilidad normal presente en cualquier conjunto de datos.

En la presente auditoría, esta metodología se emplea como un mecanismo complementario para evaluar la naturalidad de los resultados electorales y detectar posibles patrones numéricos incompatibles con el comportamiento esperado de los datos analizados.

Figura 7. Mapa conceptual · Prueba Bebber y Scacco · Último Dígito



¿DÓNDE APARECE EN ESTA AUDITORÍA?

La prueba se aplica en tres momentos sobre el mismo conjunto de datos

Total de votos por mesa

Se analiza la distribución del último dígito sobre la totalidad de los registros del archivo de Escrutinio, sin distinción por candidatura. Establece el comportamiento general del conjunto de datos.

todos los registros

Por candidatura principal

La misma evaluación se repite de forma independiente para las dos candidaturas con mayor representación electoral, permitiendo verificar si el comportamiento es consistente entre subconjuntos o si alguna candidatura presenta patrones diferenciados.

Bebber & Scacco - por candidatura



3.3.4.2 Prueba de frecuencia de pares repetidos

La prueba de frecuencia de pares repetidos, propuesta por Bebber & Scacco, complementa el análisis del último dígito mediante la evaluación de los dos últimos dígitos presentes en los resultados electorales. Su objetivo consiste en determinar si las combinaciones formadas por dígitos repetidos aparecen con una frecuencia compatible con la variabilidad esperada de los datos.

La metodología se centra específicamente en las terminaciones compuestas por dos dígitos iguales, tales como 00, 11, 22, 33, 44, 55, 66, 77, 88 y 99. Bajo condiciones normales, estas combinaciones deberían presentarse únicamente como consecuencia de la variabilidad natural de los resultados, sin mostrar concentraciones sistemáticas o desviaciones persistentes respecto de los valores esperados.

Desde una perspectiva conceptual, la prueba responde a la siguiente pregunta:

¿Las terminaciones repetidas aparecen con la frecuencia esperada o presentan patrones de concentración inusuales?

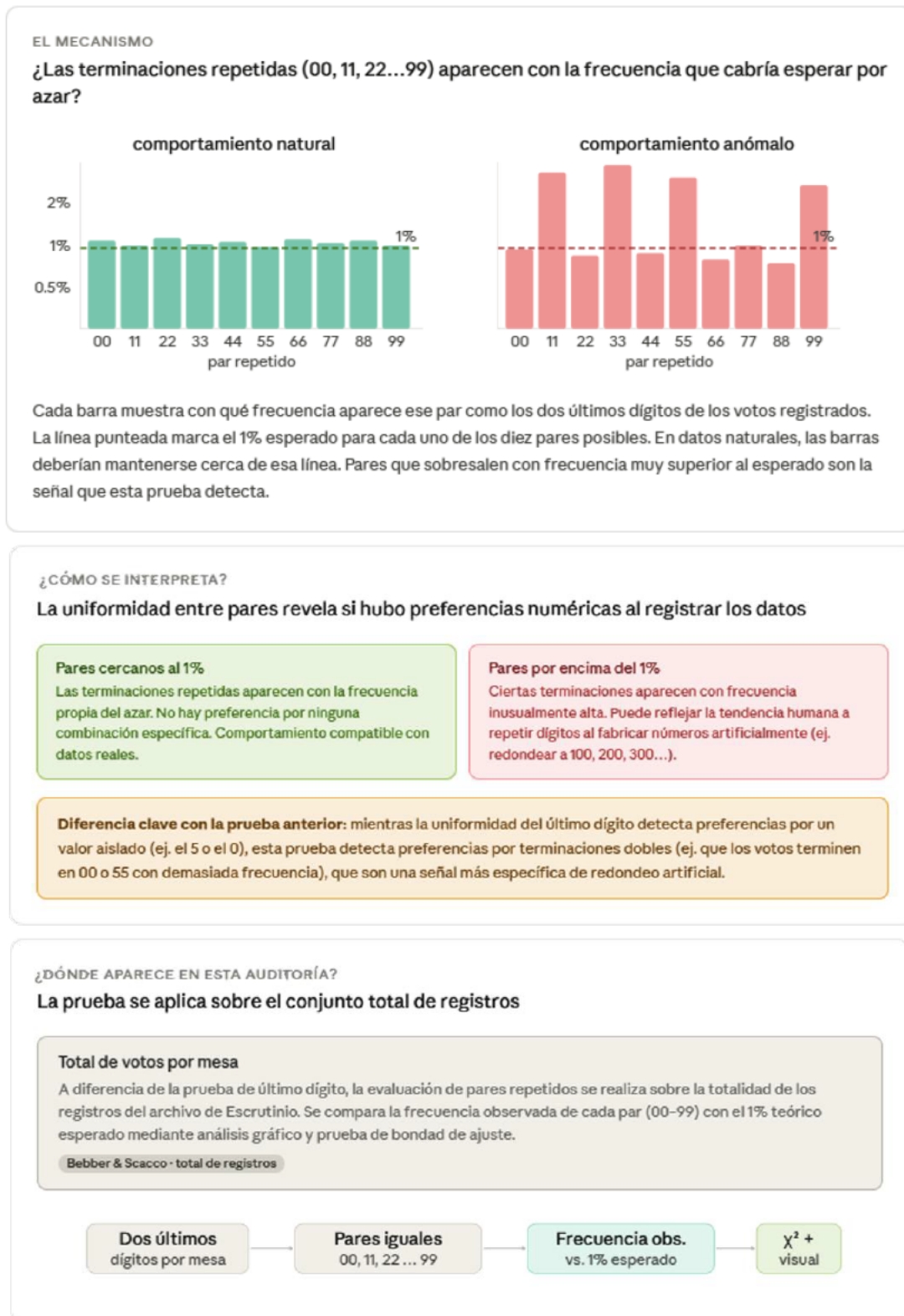
Para su aplicación, se extraen los dos últimos dígitos de cada resultado analizado y se identifican aquellos casos en los que ambos dígitos son iguales. Posteriormente, se calcula la frecuencia observada de cada una de las diez combinaciones posibles y se compara con la frecuencia teórica esperada mediante pruebas de bondad de ajuste y análisis gráfico de frecuencias.

La lógica de esta metodología se fundamenta en que ciertos procesos de generación artificial de datos pueden producir, consciente o inconscientemente, una frecuencia anormal de terminaciones repetidas. Como consecuencia, desviaciones importantes respecto al patrón esperado podrían constituir indicios de comportamiento atípico que ameriten análisis complementarios.

No obstante, la interpretación de los resultados debe considerar la magnitud de las diferencias observadas y el comportamiento general de la distribución, dado que pequeñas fluctuaciones alrededor de los valores esperados forman parte de la variabilidad estadística normal presente en cualquier conjunto de datos.

En la presente auditoría, esta prueba se emplea como un mecanismo complementario para evaluar la naturalidad de los resultados electorales y detectar posibles concentraciones inusuales en los patrones numéricos observados.

Figura 8. Mapa conceptual · Prueba Bebber y Scacco · Frecuencia pares repetidos



3.3.5 Prueba de Klimek

Esta metodología permite analizar simultáneamente la participación electoral y la proporción de votos obtenida por una candidatura, con el propósito de identificar patrones de comportamiento que resulten compatibles o incompatibles con la dinámica esperada de un proceso electoral.

A diferencia de las pruebas basadas en la distribución de dígitos, esta metodología se enfoca en la relación existente entre dos variables observadas de manera conjunta: el nivel de participación electoral y el porcentaje de votación obtenido. Su aplicación permite examinar la forma en que ambas variables interactúan y detectar posibles concentraciones atípicas de observaciones, cambios abruptos en las tendencias o agrupamientos inusuales que requieran una revisión más detallada.

Desde una perspectiva conceptual, la prueba responde a la siguiente pregunta:

¿La relación entre participación electoral y porcentaje de votación presenta un comportamiento gradual y consistente o existen concentraciones inusuales que podrían apartarse de los patrones esperados?

La metodología parte del supuesto de que los resultados generados mediante procesos electorales naturales tienden a producir distribuciones continuas y heterogéneas entre las distintas unidades territoriales analizadas. Bajo estas condiciones, se espera observar nubes de puntos dispersas y tendencias graduales, reflejando las diferencias propias de los contextos demográficos, sociales, económicos y políticos presentes en cada territorio.

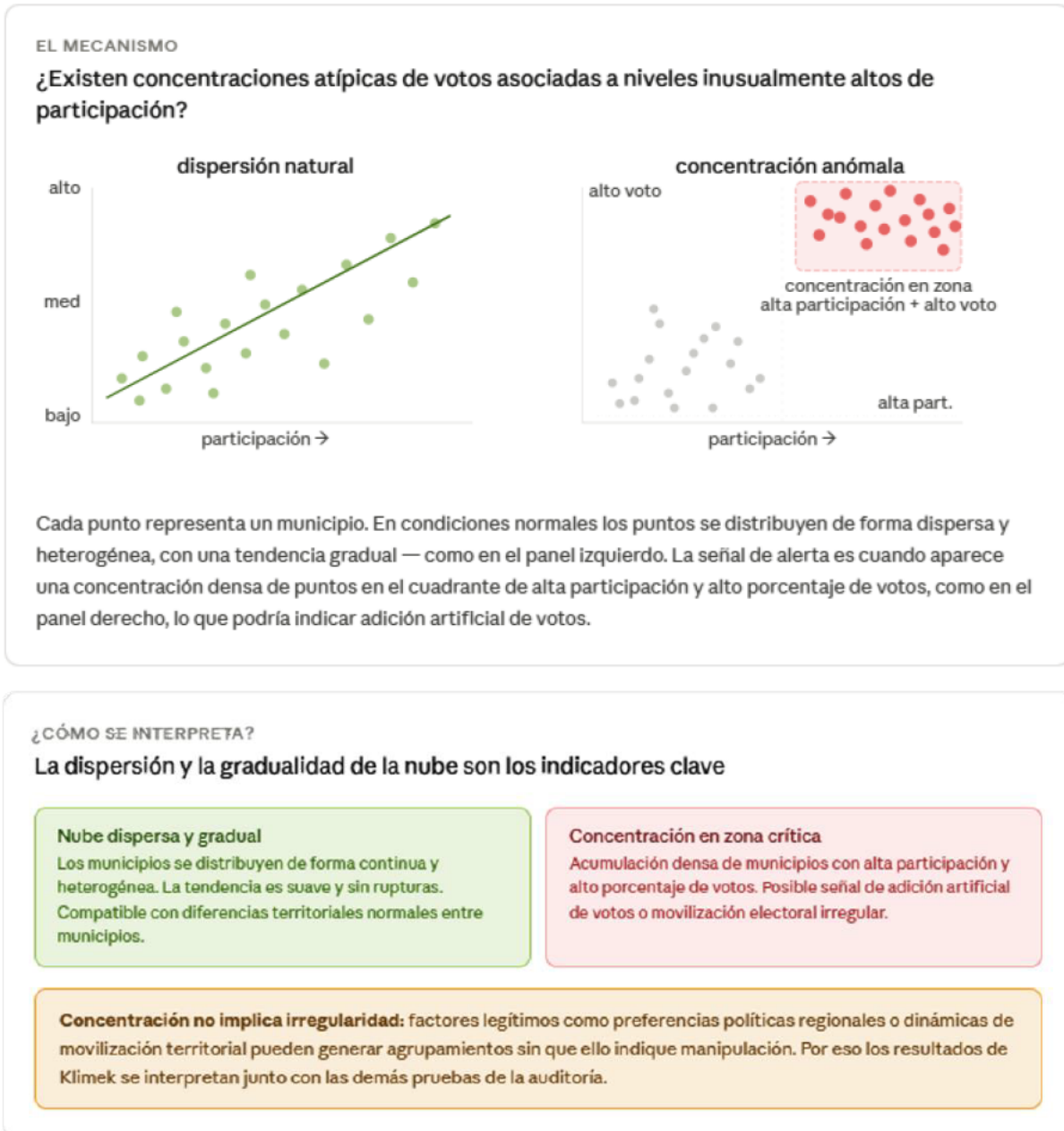
Para su aplicación, cada municipio es representado mediante un punto definido por dos coordenadas: su nivel de participación electoral y el porcentaje de votación obtenido por la candidatura analizada. Posteriormente, se evalúa la distribución general de las observaciones, su nivel de dispersión y el comportamiento de las tendencias identificadas.

La presencia de agrupamientos o concentraciones particulares no constituye por sí misma evidencia de manipulación o alteración de resultados. Factores legítimos asociados a dinámicas territoriales, preferencias políticas regionales o niveles diferenciados de movilización electoral pueden generar patrones de concentración compatibles con procesos electorales normales.

Por esta razón, la interpretación de los resultados se realiza considerando conjuntamente la distribución observada, la dispersión de las observaciones, la dirección de las tendencias identificadas y la evidencia aportada por las demás pruebas aplicadas durante la auditoría.

En la presente evaluación, la metodología de Klimek se utiliza como un mecanismo complementario para examinar la coherencia de la relación entre participación electoral y comportamiento del voto, así como para identificar posibles concentraciones atípicas que pudieran requerir análisis adicionales.

Figura 9. Mapa conceptual - Klimek



¿DÓNDE APARECE EN ESTA AUDITORÍA?

Tres análisis por candidatura y comparación integrada

Por municipios donde ganó cada candidatura

Se construye un dispersograma separado para cada una de las dos candidaturas principales, considerando únicamente los municipios donde esa candidatura obtuvo la victoria. Permite examinar el comportamiento de la relación participación-voto dentro del territorio de mayor apoyo.

por candidatura · municipios ganados

Comparación integrada

Ambas candidaturas se representan en un mismo dispersograma, permitiendo comparar directamente sus distribuciones, niveles de dispersión y tendencias. Facilita verificar si alguna candidatura presenta patrones diferenciados respecto a la otra.

ambas candidaturas · gráfico conjunto



3.3.6 Prueba de Shpilkin

La metodología propuesta por Sergey Shpilkin se utiliza para analizar la relación existente entre la participación electoral y la proporción de votos obtenida por una candidatura, con el propósito de identificar patrones que puedan resultar incompatibles con el comportamiento esperado de un proceso electoral natural.

A diferencia de las pruebas basadas en la distribución de dígitos, esta metodología se enfoca en examinar cómo varía el apoyo electoral de una candidatura conforme cambian los niveles de participación. Su aplicación permite evaluar si incrementos en la afluencia de votantes se traducen en cambios proporcionales y consistentes en la distribución del voto o si, por el contrario, aparecen concentraciones inusuales asociadas a niveles elevados de participación.

Desde una perspectiva conceptual, la prueba responde a la siguiente pregunta:

¿Los incrementos en la participación electoral se encuentran acompañados por aumentos sistemáticos y desproporcionados en la votación de una candidatura determinada?

La metodología parte del supuesto de que, en condiciones normales, la participación electoral y la preferencia de voto constituyen fenómenos relacionados, pero no necesariamente dependientes entre sí. En consecuencia, aunque pueden existir variaciones legítimas asociadas a diferencias territoriales, demográficas o políticas, no se espera que incrementos en la participación produzcan aumentos desproporcionados y sistemáticos en favor de una única candidatura a lo largo de todo el conjunto analizado.

Para su aplicación, se calcula el nivel de participación electoral y el porcentaje de votación obtenido por cada candidatura en las unidades territoriales consideradas. Posteriormente, se evalúa la dirección e intensidad de la relación existente entre ambas variables mediante el análisis conjunto de tendencias, pendientes y coeficientes de correlación.

La pendiente permite identificar si el porcentaje de votación tiende a aumentar, disminuir o mantenerse estable conforme se incrementa la participación electoral. Complementariamente, el coeficiente de correlación permite cuantificar la intensidad de dicha relación, proporcionando una medida objetiva del grado de asociación existente entre ambas variables.

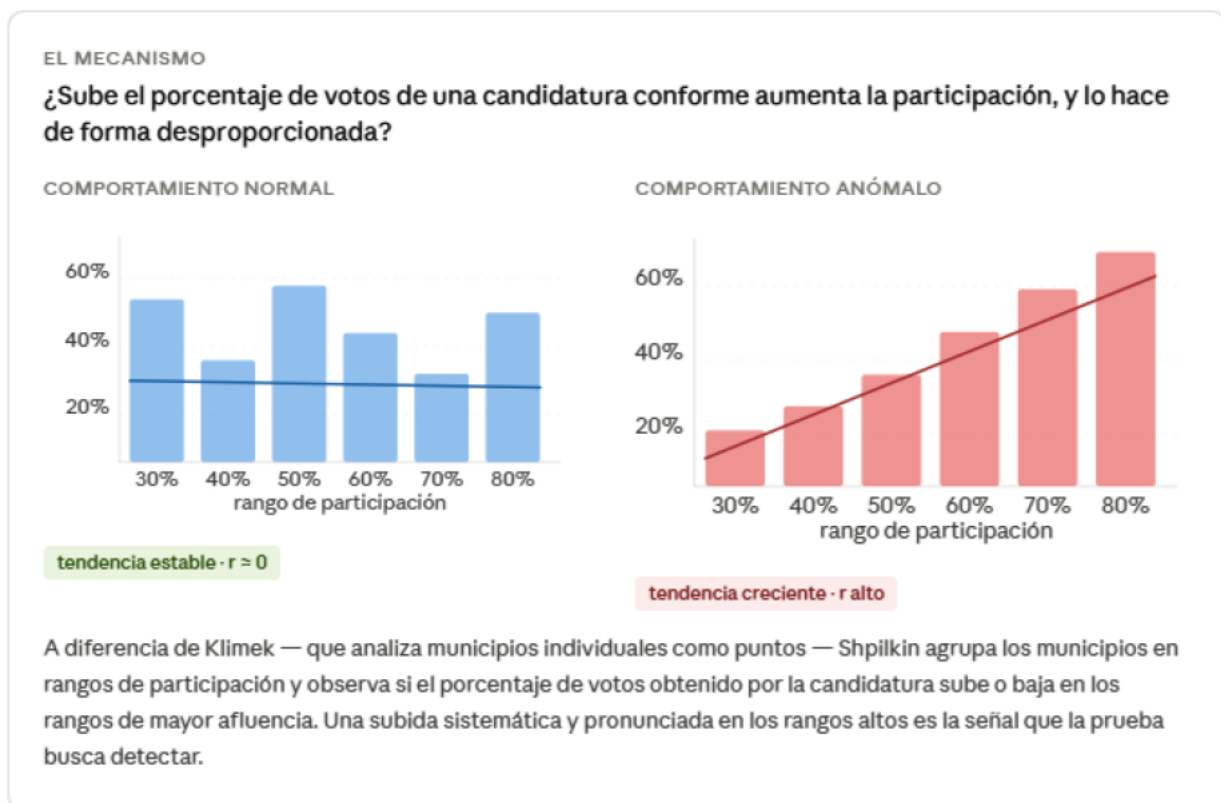
La presencia de una relación positiva o negativa no constituye por sí misma evidencia de irregularidades. Factores legítimos asociados a patrones territoriales de apoyo político, niveles diferenciados de movilización electoral o características propias de determinadas regiones pueden

generar asociaciones estadísticamente observables entre participación y votación.

Por esta razón, la interpretación de los resultados se realiza considerando conjuntamente la dirección de las tendencias observadas, la intensidad de las correlaciones identificadas y la evidencia aportada por las demás pruebas aplicadas durante la auditoría.

En la presente evaluación, la metodología de Shpilkin se utiliza como un mecanismo complementario para examinar la coherencia de la relación entre participación electoral y comportamiento del voto, así como para identificar posibles concentraciones atípicas de votación asociadas a incrementos extraordinarios de participación.

Figura 10. Mapa conceptual · Shpilkin



¿CÓMO SE INTERPRETA?

La dirección e intensidad de la tendencia entre rangos es el indicador central

Tendencia estable o débil

El porcentaje de votos no varía significativamente entre rangos de participación. La correlación r es cercana a cero. Comportamiento compatible con un proceso electoral normal.

Tendencia creciente pronunciada

El porcentaje de votos sube de forma consistente y desproporcionada en los rangos de mayor participación. La correlación r se aleja de cero. Requiere análisis complementario.

KLIMEK VS. SHPILKIN — DOS ENFOQUES SOBRE LA MISMA PREGUNTA

Klimek

Cada municipio es un punto. Busca concentraciones en el cuadrante de alta participación + alto voto.

vs.

Shpilkin

Municipios agrupados por rangos. Busca si el voto sube sistemáticamente en los rangos de mayor participación.

Relación no implica irregularidad: diferencias territoriales, demográficas o políticas pueden generar asociaciones legítimas entre participación y voto. La intensidad de r y la dirección de la tendencia se interpretan siempre en conjunto con las demás pruebas de la auditoría.

¿DÓNDE APARECE EN ESTA AUDITORÍA?

Un análisis por cada candidatura

Por candidatura — rangos de participación

Para cada una de las dos candidaturas con mayor representación electoral se evalúa cómo varía el porcentaje de votos obtenido a lo largo de los distintos rangos de participación municipal. Se reporta la pendiente de la tendencia observada y el coeficiente de correlación r como medida de intensidad.

Shpilkin · por candidatura



IV. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DATOS

El conjunto de datos analizado se encuentra conformado por registros correspondientes a 122.020 mesas de votación, con un total de 23.990.605 votos registrados en los archivos de Escrutinio utilizados para el desarrollo de la auditoría.

Con el propósito de contextualizar las pruebas de detección de anomalías desarrolladas posteriormente, se realizó una caracterización descriptiva del universo de información analizado, examinando la distribución general de la votación, la estructura de los resultados registrados a nivel de mesa, los niveles de concentración observados y la presencia de comportamientos atípicos dentro del conjunto de datos.

Los resultados obtenidos permiten establecer una línea base de referencia sobre el comportamiento general de la información electoral analizada y facilitan la interpretación de los hallazgos presentados en las secciones posteriores del informe.

4.1 Distribución de la votación

Como parte de la caracterización descriptiva de los resultados electorales, se examinó la forma en que la votación se distribuye dentro del conjunto de datos analizado. El propósito de este análisis consiste en identificar patrones generales de concentración, dispersión y comportamiento de los resultados observados, tanto entre las distintas candidaturas participantes como entre las mesas de votación que conforman la estructura electoral evaluada.

La distribución de la votación constituye un elemento fundamental para comprender la configuración general de los resultados electorales, permitiendo contextualizar la participación relativa de las distintas opciones en contienda y caracterizar la forma en que los votos se distribuyen a nivel de las unidades básicas de análisis.

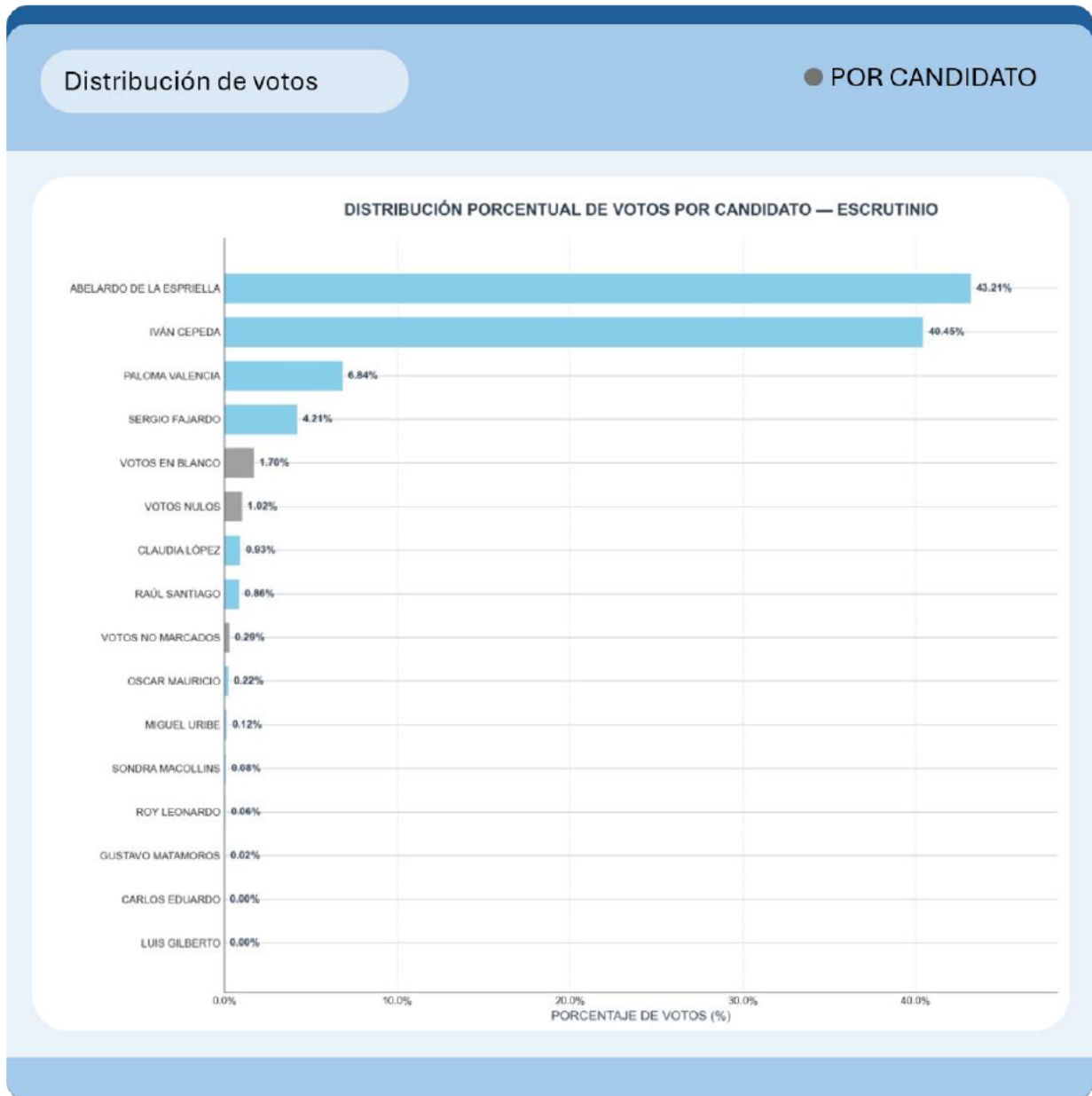
Los apartados siguientes presentan los principales resultados obtenidos sobre la distribución de la votación registrada, examinando tanto la composición general del voto por candidatura como el comportamiento de los resultados observados a nivel de mesa.

4.1.1 Distribución de votos por candidatura

Se examinó la participación relativa de cada candidatura dentro del total de votos registrados. Este análisis permite describir la composición general de los resultados electorales observados e identificar la forma en que el respaldo electoral se distribuye entre las diferentes opciones participantes.

Para ello se consolidaron los votos registrados en la totalidad de las mesas incluidas en el conjunto de datos analizado y se calculó la proporción correspondiente a cada candidatura respecto del total de votos válidos observados.

Gráfico 1. Distribución de votos por candidato



Fuente: elaboración propia.

Los resultados muestran una estructura de votación claramente concentrada en las dos candidaturas con mayor respaldo electoral. Abelardo de la Espriella registra el 43,21% de los votos, mientras que Iván Cepeda alcanza el 40,45%, acumulando conjuntamente el 83,66% de la votación total observada.

El grupo restante de candidaturas participa con proporciones considerablemente menores, encabezadas por Paloma Valencia (6,84%) y Sergio Fajardo (4,21%). Las demás opciones electorales, así como las categorías de voto en blanco, voto nulo y voto no marcado, representan porcentajes individuales inferiores al 2% del total registrado.

La distribución observada evidencia una marcada concentración de la votación en las dos candidaturas con más votos. Asimismo, la diferencia relativamente reducida entre ambos candidatos refleja una competencia electoral centrada en estas dos opciones, las cuales reúnen la mayor parte de las preferencias registradas en el proceso analizado.

Esta estructura resulta relevante para contextualizar los análisis desarrollados en las secciones siguientes, dado que una proporción sustancial de los resultados observados a nivel de mesa estará influenciada por el comportamiento estadístico de estas dos candidaturas. En consecuencia, varias de las pruebas de detección de anomalías aplicadas en la auditoría se desarrollan de forma individual sobre ambos candidatos, con el fin de preservar la homogeneidad de los datos analizados y facilitar la interpretación de los patrones observados.

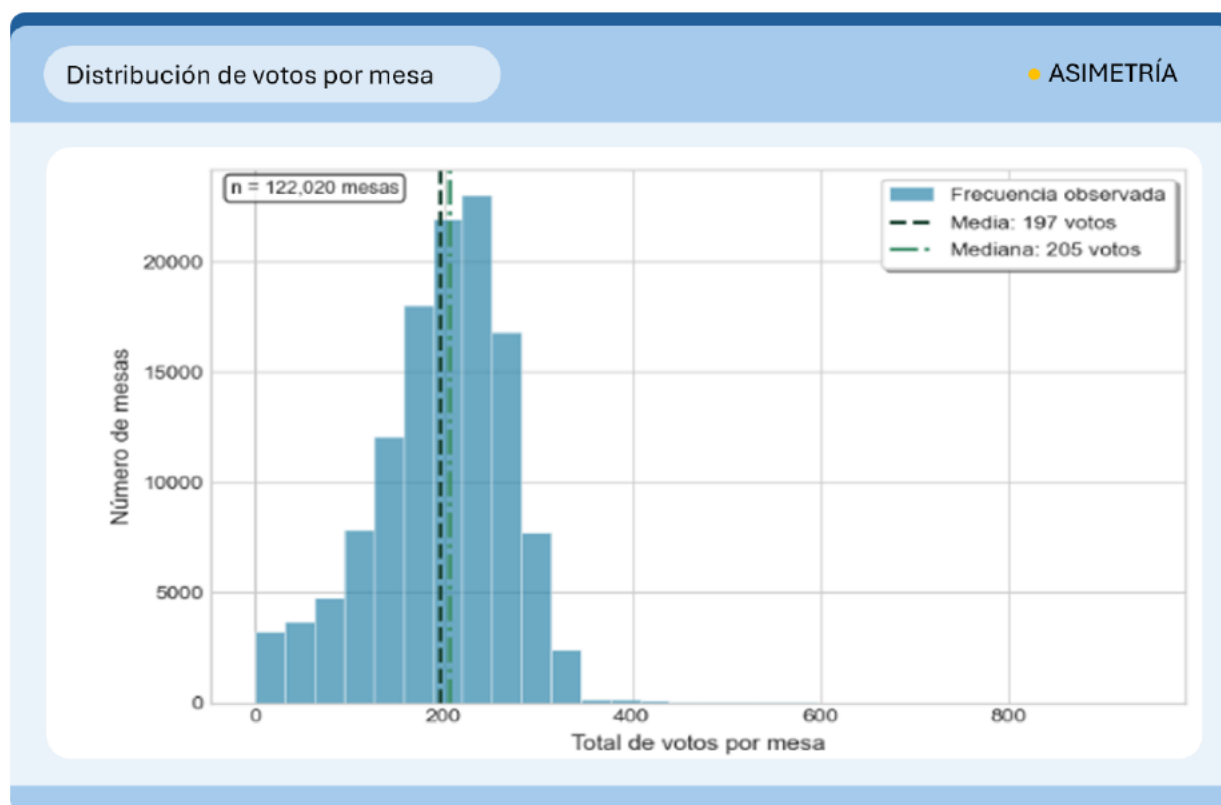
En conjunto, la distribución observada permite caracterizar la estructura general de la votación registrada y proporcionar un contexto de referencia para los análisis desarrollados posteriormente.

4.1.2 Distribución de resultados a nivel de mesa

La distribución de los resultados registrados a nivel de mesa permite describir la forma general que adopta la votación dentro del conjunto de datos analizado. Su observación facilita identificar los rangos donde se concentra la mayor cantidad de mesas y caracterizar la variabilidad presente en las unidades básicas de votación.

Para ello se analizaron los votos totales registrados en cada mesa mediante representaciones gráficas e indicadores descriptivos de tendencia central, asimetría y curtosis.

Gráfico 2. Distribución de votos por mesa (asimetría).



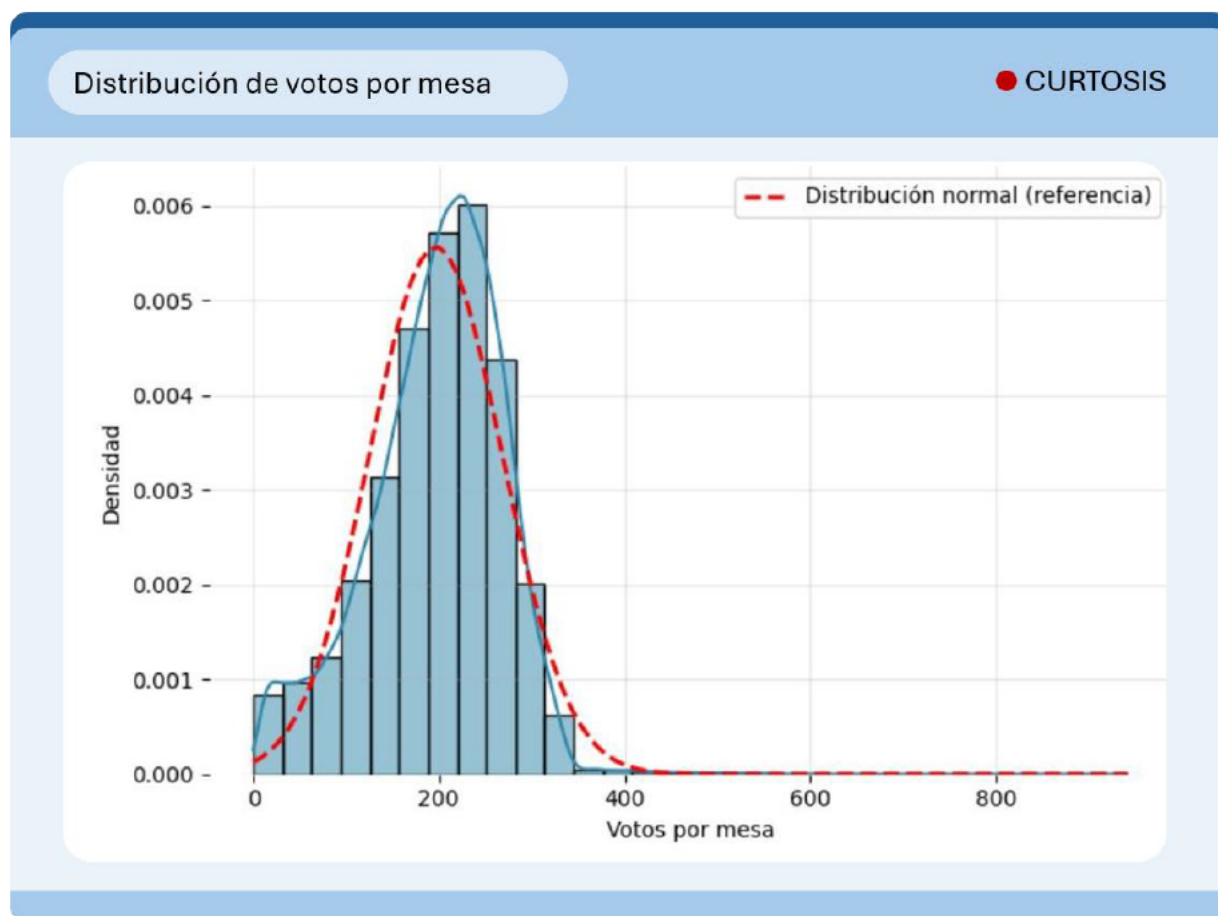
Fuente: elaboración propia.

Los resultados muestran una concentración importante de mesas en torno a los valores centrales de la distribución. La media (promedio) se ubica en 197 votos por mesa, mientras que la mediana, que representa el valor que divide las mesas en dos grupos de igual tamaño, alcanza 205 votos. La proximidad entre ambas medidas indica que la mayor parte de las mesas registra niveles de votación relativamente similares y que los resultados extremos tienen una influencia limitada sobre el comportamiento general de los datos.

Asimismo, se observa una ligera **asimetría** hacia la izquierda, reflejada en una media ligeramente menor que la mediana. La asimetría describe el grado en que una distribución se inclina hacia uno de sus extremos. En este caso, indica la presencia de un número algo mayor de mesas con niveles de votación moderadamente bajos que de mesas con resultados excepcionalmente altos. No obstante, la diferencia observada es reducida, por lo que la distribución conserva una forma relativamente equilibrada.

La concentración principal de observaciones se sitúa aproximadamente entre los 150 y 280 votos por mesa, rango dentro del cual se agrupa la mayor parte de las mesas analizadas. Por el contrario, los valores muy bajos o muy altos representan una proporción considerablemente menor del total de registros observados.

Gráfico 3. Distribución de votos por mesa (Curtosis).



Fuente: elaboración propia.

La comparación con una distribución normal de referencia permite observar una concentración importante de observaciones alrededor de los valores centrales de votación. Esta característica se encuentra asociada al concepto de **curtosis**, que describe el grado de agrupamiento de los datos alrededor del centro de la distribución.

En este caso, la distribución muestra que una proporción significativa de las mesas registra cantidades de votos relativamente próximas entre sí, generando una concentración visible alrededor de determinados niveles de votación. En términos prácticos, esto significa que la mayor parte de las mesas comparte patrones de votación similares, mientras que los resultados muy alejados del comportamiento predominante aparecen con menor frecuencia dentro del conjunto analizado.

La forma observada resulta consistente con un universo amplio de mesas que operan bajo condiciones relativamente comparables de tamaño y participación electoral, produciendo niveles de votación que tienden a concentrarse alrededor de valores semejantes.

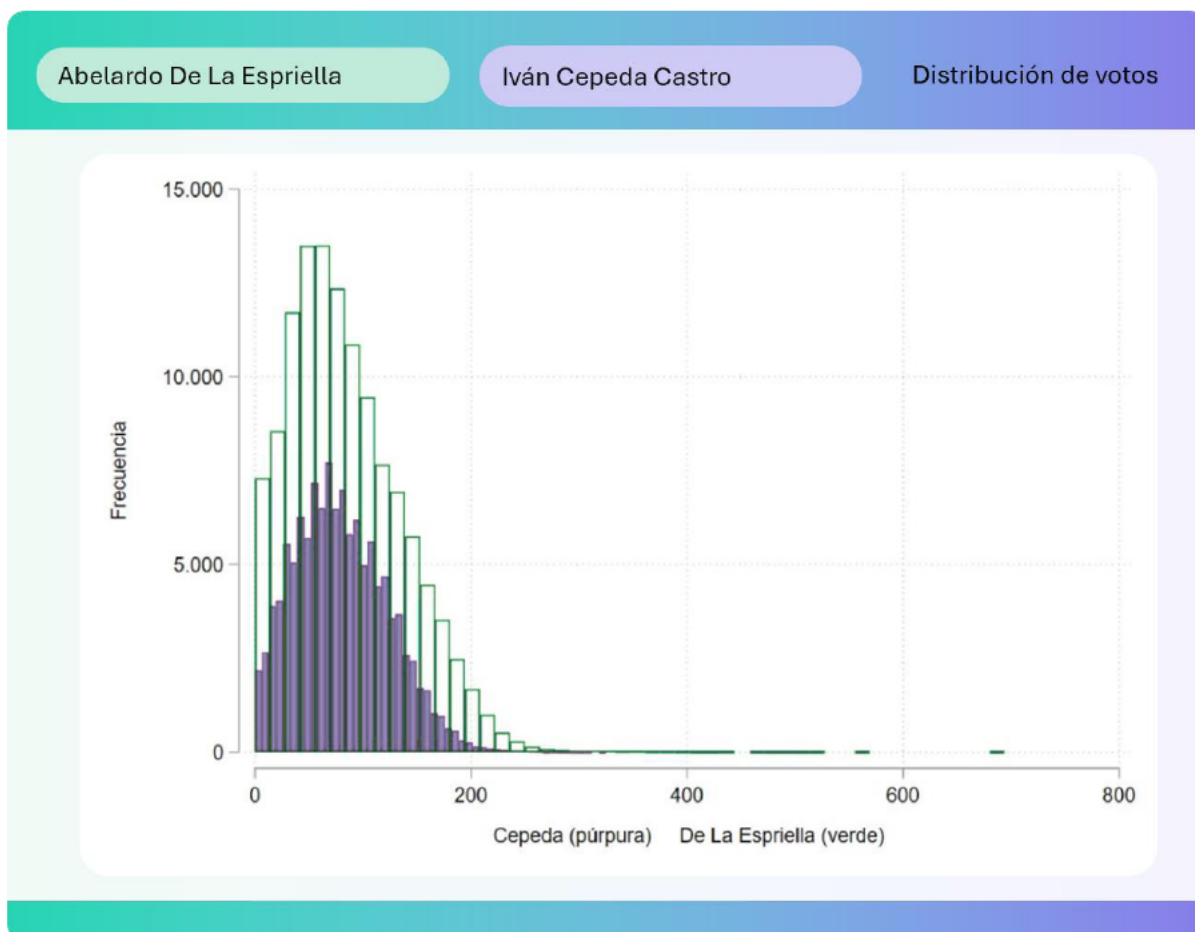
En conjunto, los resultados describen una distribución de votos por mesa caracterizada por una concentración predominante alrededor de los valores centrales, una dispersión moderada y una estructura compatible con la heterogeneidad propia de un universo amplio de mesas de votación. Esta caracterización proporciona una referencia descriptiva para interpretar los análisis de dispersión y observaciones atípicas desarrollados en los apartados siguientes.

4.1.3 Distribución de votos por candidatura a nivel de mesa

Una vez caracterizada la distribución general de los resultados registrados en las mesas de votación, se examinó la forma en que los apoyos obtenidos por las dos candidaturas con mayor votación se distribuyen entre las distintas mesas analizadas.

Este análisis permite describir los niveles de votación más frecuentes observados para cada candidatura y comprender cómo se distribuye el respaldo electoral dentro del conjunto de mesas consideradas.

Gráfico 4. Distribución de votos Cepeda y De La Espriella por mesa de votación.



Fuente: elaboración propia.

Los resultados muestran distribuciones con formas similares para ambas candidaturas, caracterizadas por una concentración importante de observaciones alrededor de los rangos centrales de votación y una disminución progresiva de la frecuencia conforme aumentan los votos obtenidos en cada mesa.

En términos prácticos, esto significa que la mayor parte de las mesas registra cantidades moderadas de votos para ambas candidaturas, mientras que las mesas con resultados excepcionalmente altos representan una proporción considerablemente menor dentro del conjunto analizado.

La similitud observada entre ambas distribuciones indica que los apoyos electorales de las dos candidaturas con más votos obtenidos presentan patrones generales de comportamiento comparables a nivel de mesa. En ambos casos, los resultados tienden a concentrarse alrededor de determinados rangos de votación, sin mostrar rupturas abruptas ni concentraciones aisladas que dominen la estructura general de la distribución.

La principal diferencia se observa en la amplitud de los valores alcanzados por cada candidatura. La distribución correspondiente a Abelardo de la Espriella se extiende hacia niveles de votación más altos y registra un mayor número de mesas con resultados elevados. En términos descriptivos, esto refleja que el candidato obtuvo, en promedio, cantidades superiores de votos en una proporción más amplia de mesas respecto a Iván Cepeda.

En conjunto, las distribuciones observadas muestran que el respaldo electoral de ambas candidaturas se encuentra ampliamente distribuido entre las mesas de votación analizadas, aunque con diferencias en los niveles de votación alcanzados y en la amplitud de sus respectivas distribuciones.

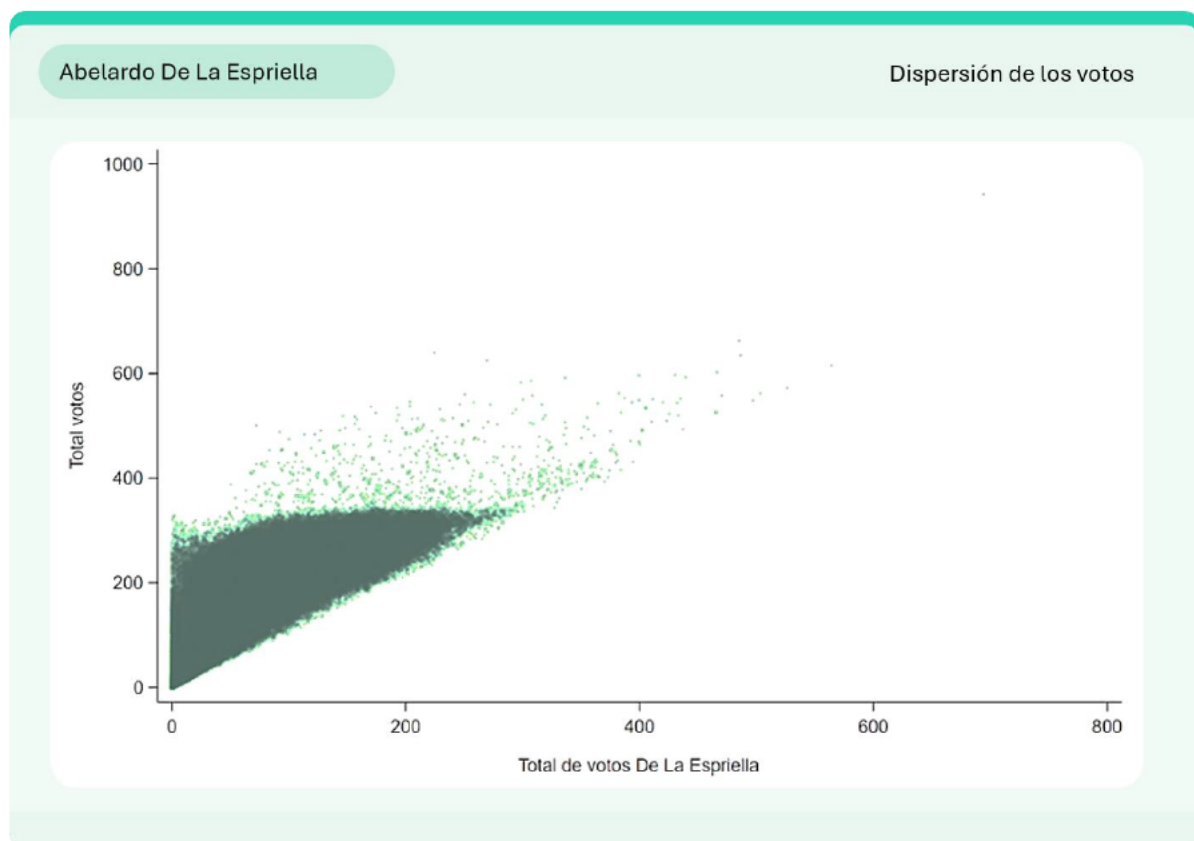
4.1.4 Dispersión de la votación por candidatura

Además de analizar la distribución de los resultados, resulta útil examinar el grado de dispersión presente en la votación obtenida por las principales candidaturas. Mientras los histogramas permiten identificar los rangos de votación más frecuentes, los gráficos de dispersión facilitan observar cómo

se distribuyen los resultados individuales de cada mesa dentro del conjunto de datos analizado.

En este tipo de representaciones, cada punto corresponde a una mesa de votación. La posición horizontal indica la cantidad de votos obtenidos por la candidatura analizada, mientras que la posición vertical representa el total de votos registrados en la respectiva mesa. La concentración, dispersión y forma de la nube de puntos permiten describir la variabilidad existente entre las distintas mesas de votación.

Gráfico 5. *Dispersión de los votos por mesa -Abelardo De La Espriella.*



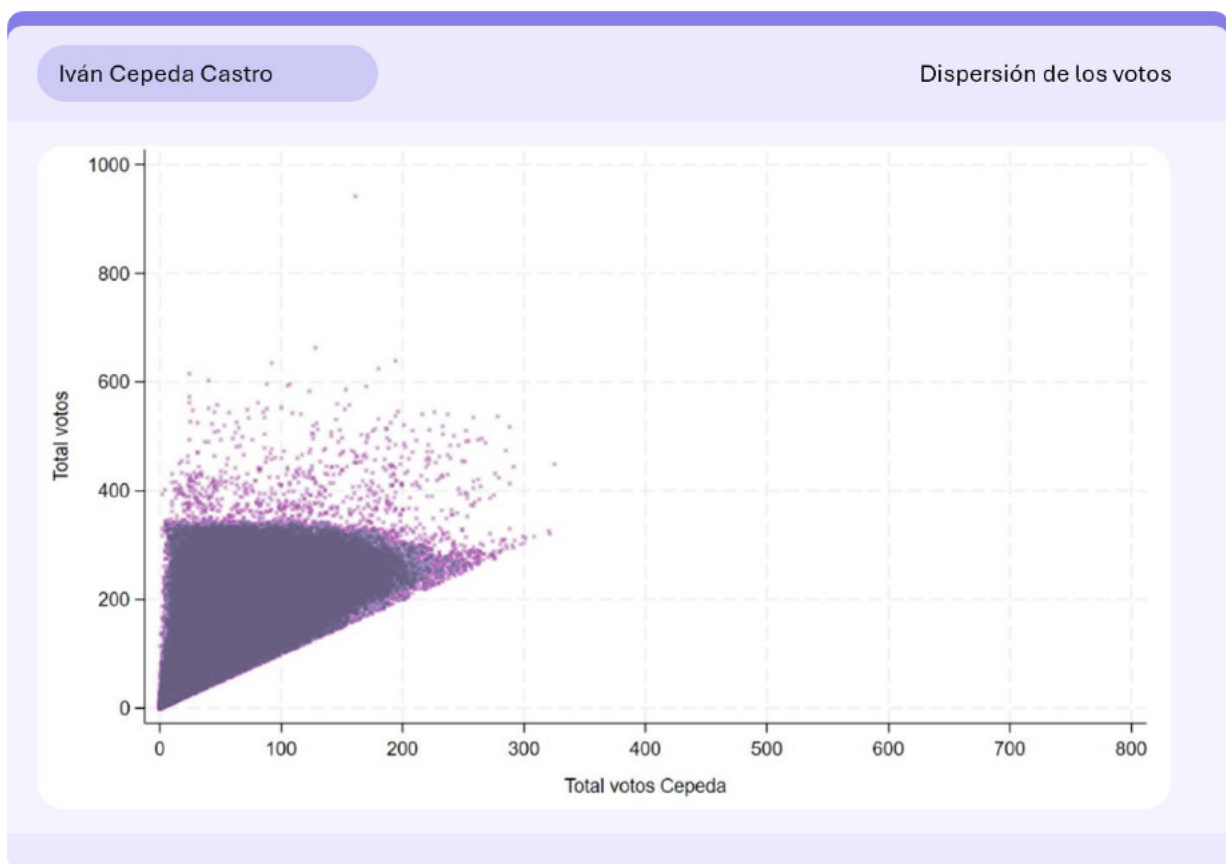
Fuente: elaboración propia.

La distribución observada muestra una alta concentración de mesas en los rangos bajos e intermedios de votación, acompañada de una dispersión gradual conforme aumenta la cantidad de votos obtenidos por la candidatura.

En términos prácticos, esto significa que la mayor parte de las mesas registra niveles moderados de apoyo para el candidato, mientras que los resultados excepcionalmente altos aparecen en un número considerablemente menor de casos. Asimismo, se observa que conforme aumenta la votación obtenida por la candidatura también tienden a aparecer mesas con mayores volúmenes de votación total, generando una nube de puntos que se expande progresivamente hacia valores superiores.

La presencia de algunos puntos aislados con niveles de votación significativamente más altos que el resto refleja la existencia de mesas con comportamientos particulares dentro del conjunto analizado. Sin embargo, estos casos representan una proporción reducida respecto al total de observaciones y no modifican la estructura general de la distribución.

Gráfico 6. *Dispersión de los votos por mesa - Iván Cepeda.*



Fuente: elaboración propia.

La distribución correspondiente a Iván Cepeda presenta una estructura similar, caracterizada por una concentración predominante de observaciones en los rangos bajos e intermedios de votación y una reducción gradual de la frecuencia conforme aumentan los votos obtenidos por la candidatura.

Al igual que en el caso anterior, la mayor parte de las mesas registra cantidades moderadas de votos, mientras que los niveles más altos de apoyo se concentran en un número menor de observaciones. La nube de puntos mantiene una forma continua y ampliamente distribuida, reflejando la variabilidad natural existente entre las distintas mesas de votación.

En comparación con la distribución observada para Abelardo de la Espriella, la dispersión de los resultados de Iván Cepeda se concentra en un rango más acotado de votación, alcanzando valores máximos inferiores dentro del conjunto de mesas analizado. Esto resulta consistente con las diferencias previamente observadas en la distribución de votos por candidatura.

En conjunto, los gráficos de dispersión muestran que los apoyos de ambas candidaturas se encuentran distribuidos a lo largo de un amplio conjunto de mesas de votación, con concentraciones predominantes en niveles bajos e intermedios de apoyo y una disminución gradual de la frecuencia hacia los valores más elevados. La variabilidad observada refleja la heterogeneidad propia de las distintas mesas incluidas en el universo analizado.

4.1.5 Distribución de la votación según tipo de mesa

Se examinó la distribución de la votación registrada según el tipo de mesa y su capacidad máxima de electores. Este análisis permite identificar diferencias en los niveles de votación observados entre las distintas

categorías de mesas y comprender el peso relativo que cada una aporta al universo total de resultados evaluados.

Gráfico 7. Distribución de votos por tipo de mesa.



Fuente: elaboración propia.

Los resultados muestran que las mesas nacionales con capacidad de 360 electores constituyen ampliamente la categoría predominante dentro del conjunto de datos analizado, concentrando el 95,9% de las mesas evaluadas. La distribución observada para esta categoría presenta una mediana de 206 votos por mesa y una dispersión relativamente acotada alrededor de sus valores centrales.

Desde una perspectiva estadística, la mediana representa el valor que divide las observaciones en dos grupos de igual tamaño. En términos prácticos, esto significa que aproximadamente la mitad de las mesas nacionales registra menos de 206 votos y la otra mitad registra valores superiores. La forma compacta de la distribución indica que una proporción

importante de estas mesas presenta niveles de votación relativamente similares entre sí.

Las mesas del exterior con capacidad de 700 electores muestran un comportamiento distinto. Esta categoría representa el 1,8% de las mesas analizadas y presenta la mediana más baja del conjunto (91 votos por mesa), indicando que la mayoría de estas mesas registra niveles de votación inferiores a los observados en las mesas nacionales. Sin embargo, también exhibe una mayor dispersión y una cantidad considerable de valores atípicos hacia los niveles más altos de votación.

En términos prácticos, este comportamiento refleja una mayor heterogeneidad entre las mesas del exterior. Mientras algunas registran cantidades reducidas de votos, otras alcanzan niveles significativamente superiores, generando una distribución más amplia y menos concentrada alrededor de un único valor central.

Las categorías correspondientes a Puestos Censo y Exterior (Votación de lunes a sábado) presentan una participación reducida dentro del universo analizado. En conjunto, representan aproximadamente el 2,3% de las mesas evaluadas. Aunque algunas de estas categorías registran medianas superiores —particularmente las mesas con capacidades de 500, 800 y 1.200 electores—, su incidencia dentro de la estructura general de los datos es limitada. Asimismo, las mesas identificadas como Exterior LUNSA muestran una variabilidad interna mayor que la observada en las categorías restantes, reflejada en una distribución más extensa de los resultados registrados.

La lectura conjunta de estos resultados permite observar que, aunque existen diferentes tipos de mesa con comportamientos particulares, la estructura general del conjunto de datos se encuentra ampliamente determinada por las mesas nacionales de 360 electores. En consecuencia, los patrones descriptivos observados a nivel agregado reflejan principalmente el comportamiento de esta categoría, mientras que las categorías de mesas con potencial superior a 360 electores aportan

comportamientos específicos que, aunque relevantes para comprender la composición del universo analizado, representan una proporción reducida del total de mesas consideradas.

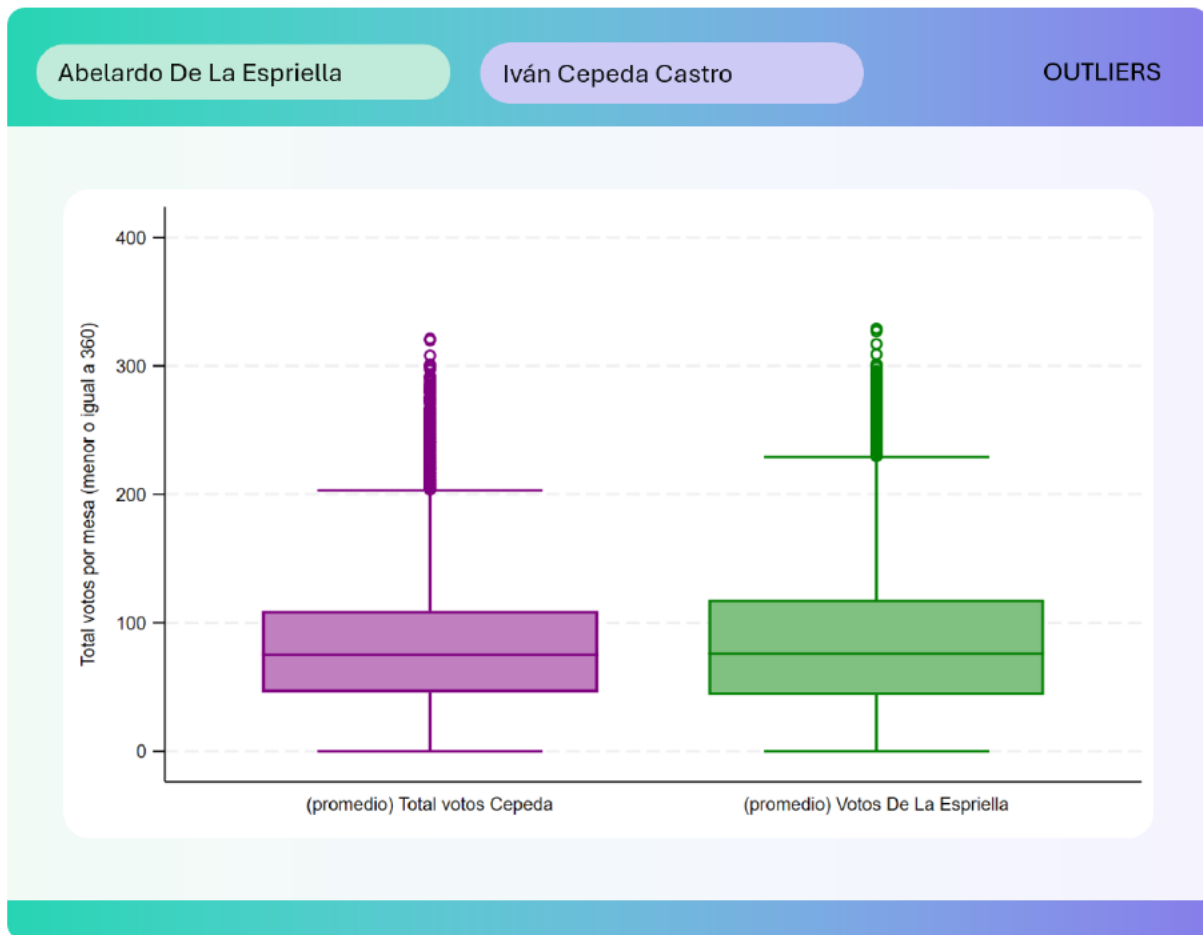
4.1.6 Identificación de valores atípicos (outliers)

Se efectuó una evaluación de valores atípicos con el propósito de identificar mesas cuyos resultados se apartan significativamente de los patrones observados en el conjunto de datos.

Desde una perspectiva estadística, un valor atípico corresponde a una observación que se encuentra considerablemente alejada de la tendencia central de los datos. La presencia de este tipo de valores no implica necesariamente una irregularidad; en muchos casos responde a características particulares de determinados territorios, niveles diferenciados de participación o concentraciones locales de apoyo electoral. No obstante, su identificación resulta útil para determinar si existen registros que ameriten una revisión más detallada.

La evaluación se desarrolló mediante diagramas de caja (boxplots), herramienta que permite visualizar la distribución de los resultados y detectar observaciones que se alejan de los rangos habituales de variación. Considerando las diferencias estructurales existentes entre los distintos tipos de mesa, el análisis se realizó separadamente para las mesas con capacidad igual o inferior a 360 electores y para aquellas categorías con capacidades superiores.

Gráfico 8. Identificación de valores atípicos en mesas con capacidad inferior a 360 electores.



Fuente: elaboración propia.

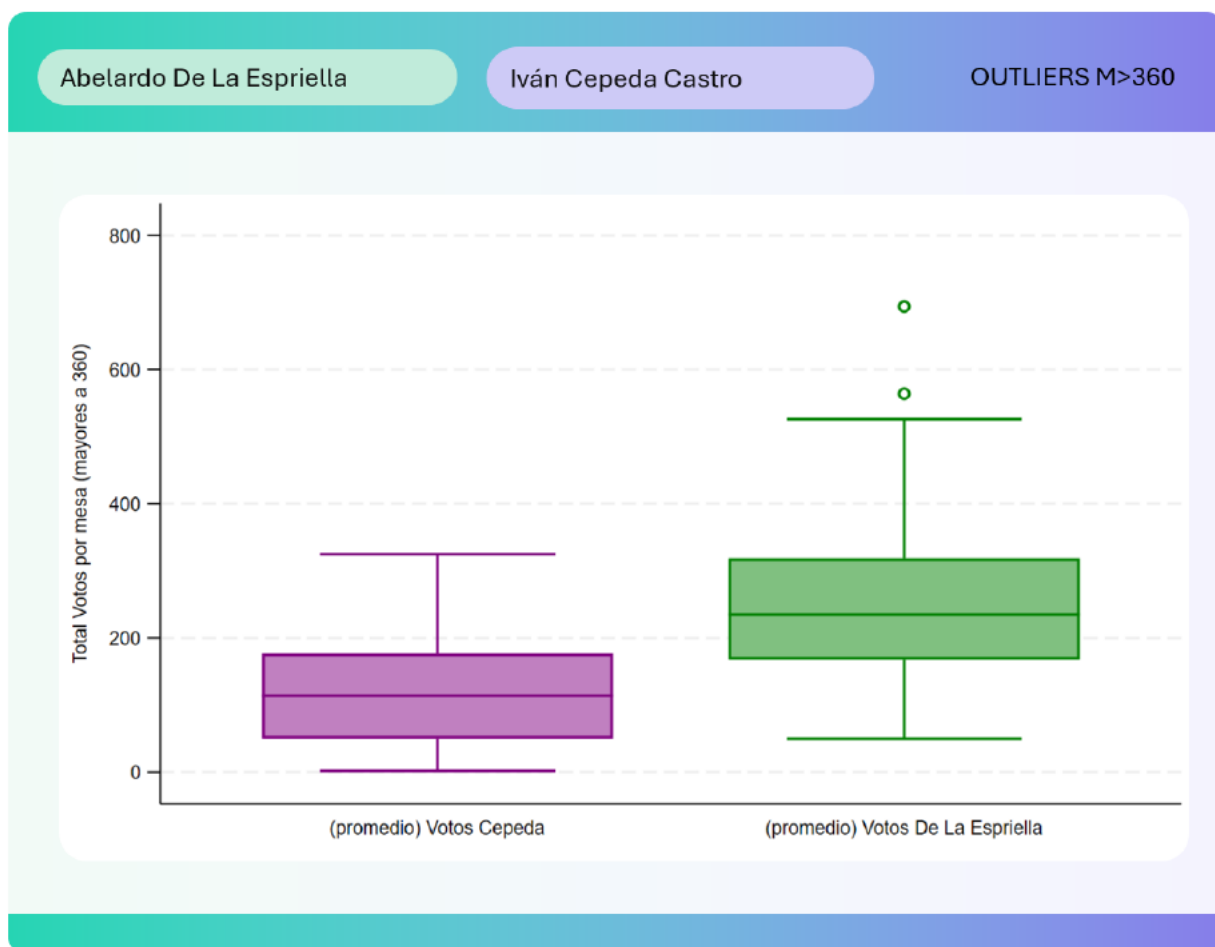
Los resultados muestran distribuciones similares para ambas candidaturas. La mayor parte de las observaciones se concentra dentro de rangos relativamente acotados, mientras que un número reducido de mesas registra niveles de votación superiores a los observados en la mayoría de los casos.

Estas observaciones aparecen representadas por los puntos ubicados por encima de los límites superiores de las distribuciones. Sin embargo, el comportamiento se presenta de manera comparable para ambas candidaturas y no se concentra exclusivamente en una de ellas. En términos prácticos, esto significa que tanto Abelardo De La Espriella como

Iván Cepeda registran mesas con niveles excepcionalmente altos de apoyo electoral, fenómeno compatible con la heterogeneidad territorial propia de una elección con estrecho margen de diferencia entre los candidatos.

La distribución observada no muestra agrupamientos extraordinarios ni concentraciones desproporcionadas de observaciones extremas asociadas a una candidatura específica.

Gráfico 9. Identificación de valores atípicos en mesas con capacidad superior a 360 electores.



Fuente: elaboración propia.

En las mesas con capacidad superior a 360 electores se observa una mayor dispersión de los resultados, comportamiento consistente con las diferencias de capacidad electoral existentes entre estos tipos de mesa.



En este grupo se identifican algunas observaciones que se sitúan por encima de los rangos centrales de distribución, particularmente para la candidatura de Abelardo De La Espriella. No obstante, la cantidad de casos observados es reducida y su magnitud resulta compatible con la variabilidad esperada dentro de un conjunto de datos que incorpora mesas con capacidades significativamente superiores a las utilizadas en la mayoría de los puestos de votación.

Por su parte, la distribución correspondiente a Iván Cepeda mantiene un comportamiento igualmente consistente con la estructura general de los datos, sin concentraciones inusuales de observaciones extremas.

En conjunto, los valores atípicos identificados corresponden a observaciones aisladas que se distribuyen entre ambas candidaturas y resultan compatibles con la variabilidad propia de una elección de alcance nacional. Aunque algunas mesas registran niveles de votación superiores a los observados en la mayoría de los casos, no se observan patrones de concentración o recurrencia que sugieran comportamientos anómalos dentro del contexto descriptivo analizado.

4.2 Pruebas de detección de anomalías y validación de naturalidad de los resultados electorales

Una vez caracterizadas las principales propiedades del conjunto de datos analizado, se procedió a aplicar las pruebas estadísticas definidas en la metodología con el propósito de evaluar la coherencia de los patrones observados y determinar su compatibilidad con comportamientos electorales esperados.

Los resultados presentados en esta sección permiten examinar distintas dimensiones de la información electoral, incluyendo la distribución de dígitos, la frecuencia de determinadas combinaciones numéricas y la relación existente entre participación electoral y comportamiento del voto.

Dado que cada metodología aborda aspectos diferentes de los datos, los hallazgos se interpretan de manera complementaria y en conjunto con el contexto general de los resultados observados. En consecuencia, ninguna prueba individual constituye por sí sola evidencia concluyente respecto al comportamiento del conjunto de datos analizado.

Los siguientes apartados presentan los resultados obtenidos para cada una de las metodologías aplicadas, así como la interpretación correspondiente de los patrones identificados.

4.2.1 Ley de Benford

La Ley de Benford fue aplicada sobre los resultados agregados a nivel municipal. Este nivel de agregación permite analizar valores que abarcan distintos órdenes de magnitud, desde municipios con cantidades relativamente reducidas de votos hasta aquellos que concentran una proporción significativa del electorado. La diversidad de magnitudes observada en este nivel de análisis resulta consistente con los criterios

metodológicos generalmente utilizados para evaluar la distribución de los primeros dígitos mediante la Ley de Benford.

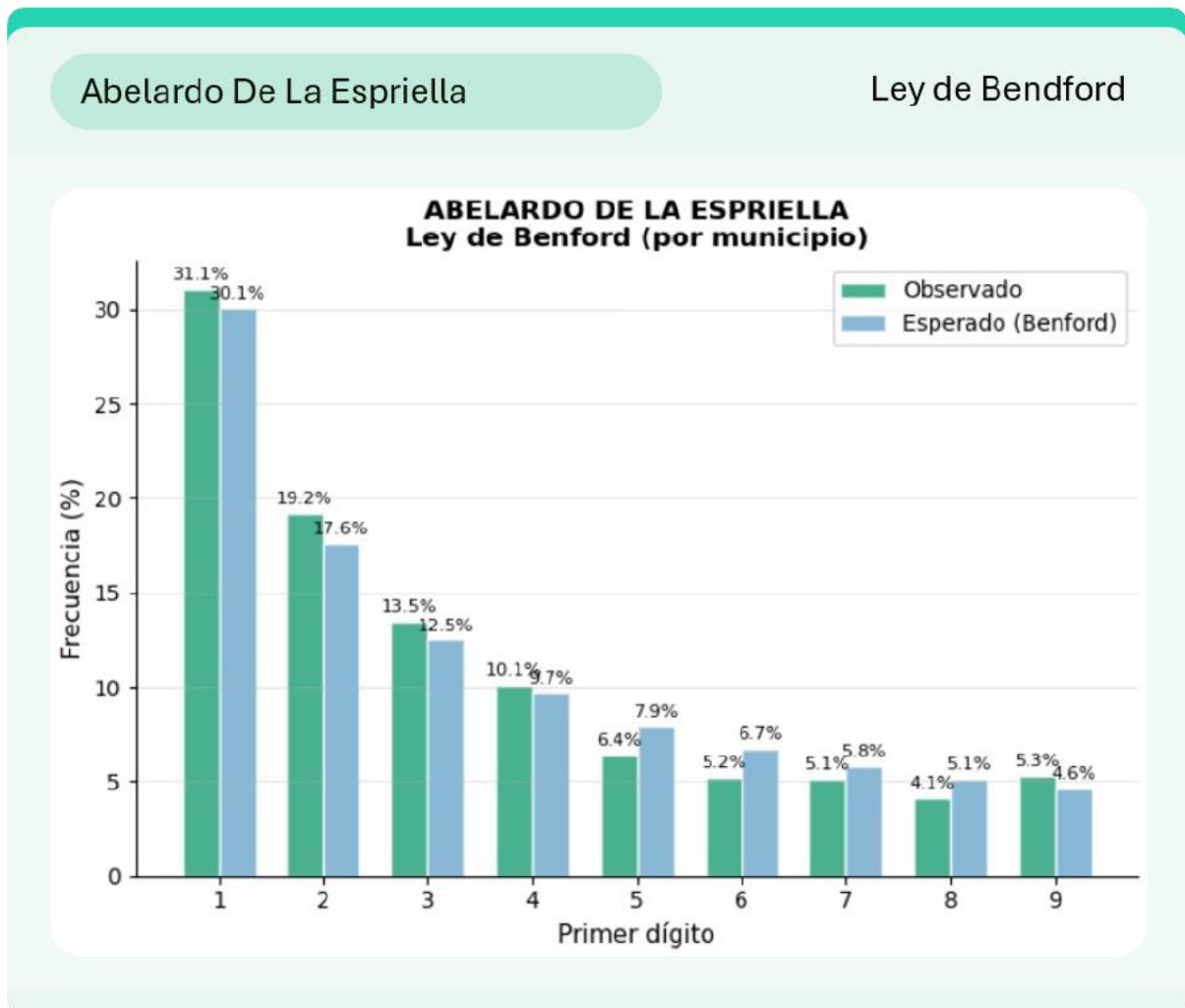
La auditoría se enfocó en verificar si la distribución de los primeros dígitos de los votos obtenidos por las principales candidaturas presenta un comportamiento compatible con el patrón esperado en esta Ley o si, por el contrario, existen desviaciones que requieran una revisión más detallada.

Para este propósito se analizaron de forma independiente los resultados correspondientes a las dos candidaturas con mayor representación electoral. La evaluación incluyó la comparación entre las frecuencias observadas y la distribución teórica de Benford, el análisis de las desviaciones registradas para cada dígito y la aplicación de pruebas complementarias de bondad de ajuste mediante los estadísticos Chi-cuadrado, Kolmogorov-Smirnov (KS) y Desviación Absoluta Media (MAD).

Distribución observada del primer dígito

Los siguientes gráficos presentan la comparación entre la distribución observada de los primeros dígitos y la distribución teórica esperada por la Ley de Benford para cada una de las candidaturas analizadas. Si los datos siguen un comportamiento natural, se espera que los dígitos pequeños aparezcan con mayor frecuencia que los dígitos grandes, reproduciendo el patrón característico descrito por esta ley estadística.

Gráfico 10. Ley de Benford - por municipio. Abelardo De La Espriella.

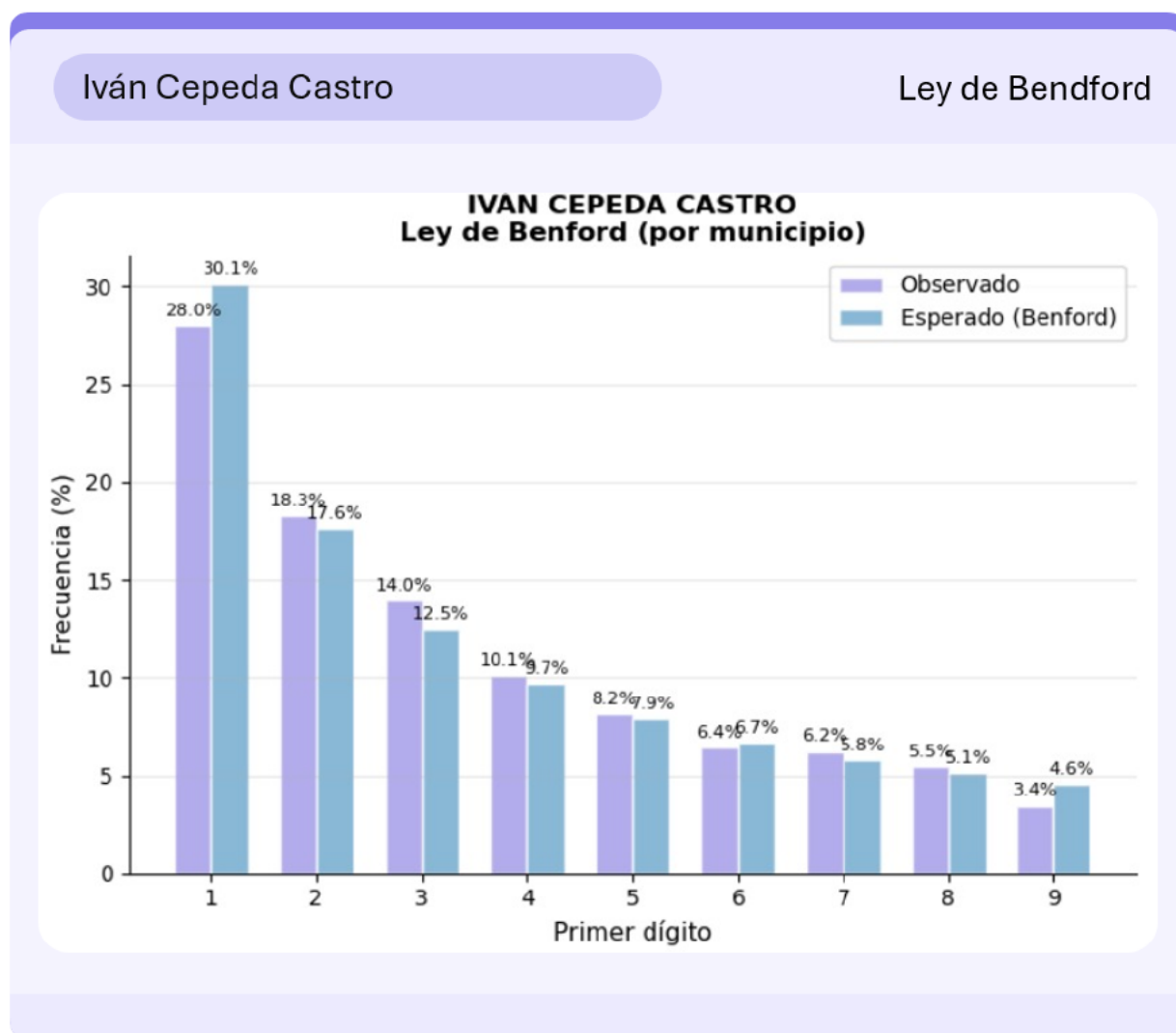


Fuente: elaboración propia.

Los resultados observados para Abelardo De La Espriella muestran una distribución muy próxima al patrón esperado por la Ley de Benford. El dígito 1 aparece como el más frecuente, representando el 31,1% de las observaciones frente al 30,1% esperado teóricamente. Conforme aumenta el valor del dígito, las frecuencias disminuyen progresivamente, reproduciendo la forma descendente característica de esta distribución.

En términos prácticos, esto significa que la composición numérica de los resultados municipales sigue un comportamiento similar al que normalmente presentan conjuntos de datos generados mediante procesos naturales. No se observan concentraciones extraordinarias en dígitos específicos ni alteraciones que rompan la estructura general esperada.

Gráfico 11. Ley de Benford- por municipio. Iván Cepeda.



Fuente: elaboración propia.



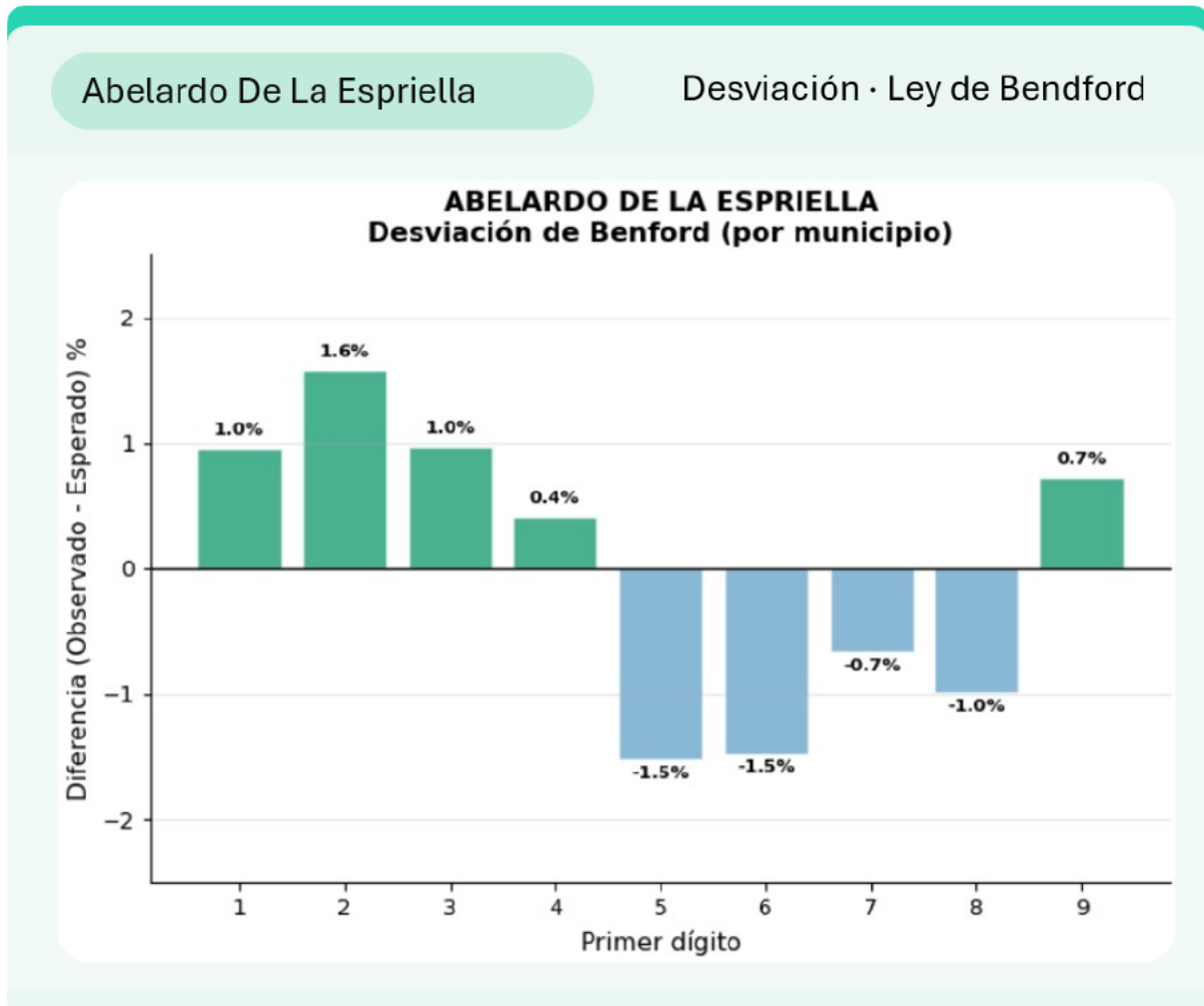
La distribución observada para Iván Cepeda presenta un comportamiento igualmente consistente con el patrón teórico. Los primeros dígitos mantienen la estructura descendente característica de la Ley de Benford y las diferencias respecto a los valores esperados permanecen reducidas a lo largo de todas las categorías analizadas.

Desde una perspectiva práctica, esto indica que los resultados municipales asociados a esta candidatura presentan una distribución numérica compatible con la variabilidad normalmente observada en procesos electorales reales, sin evidencias de concentraciones inusuales en determinados primeros dígitos.

Desviaciones respecto a la distribución teórica

Los gráficos siguientes muestran la diferencia existente entre la frecuencia observada y la frecuencia esperada para cada uno de los primeros dígitos. Esta visualización permite identificar con mayor claridad la magnitud de las desviaciones registradas y determinar si estas corresponden a fluctuaciones normales o a diferencias potencialmente relevantes.

Gráfico 12. Desviaciones respecto a Benford - Abelardo De La Espriella.



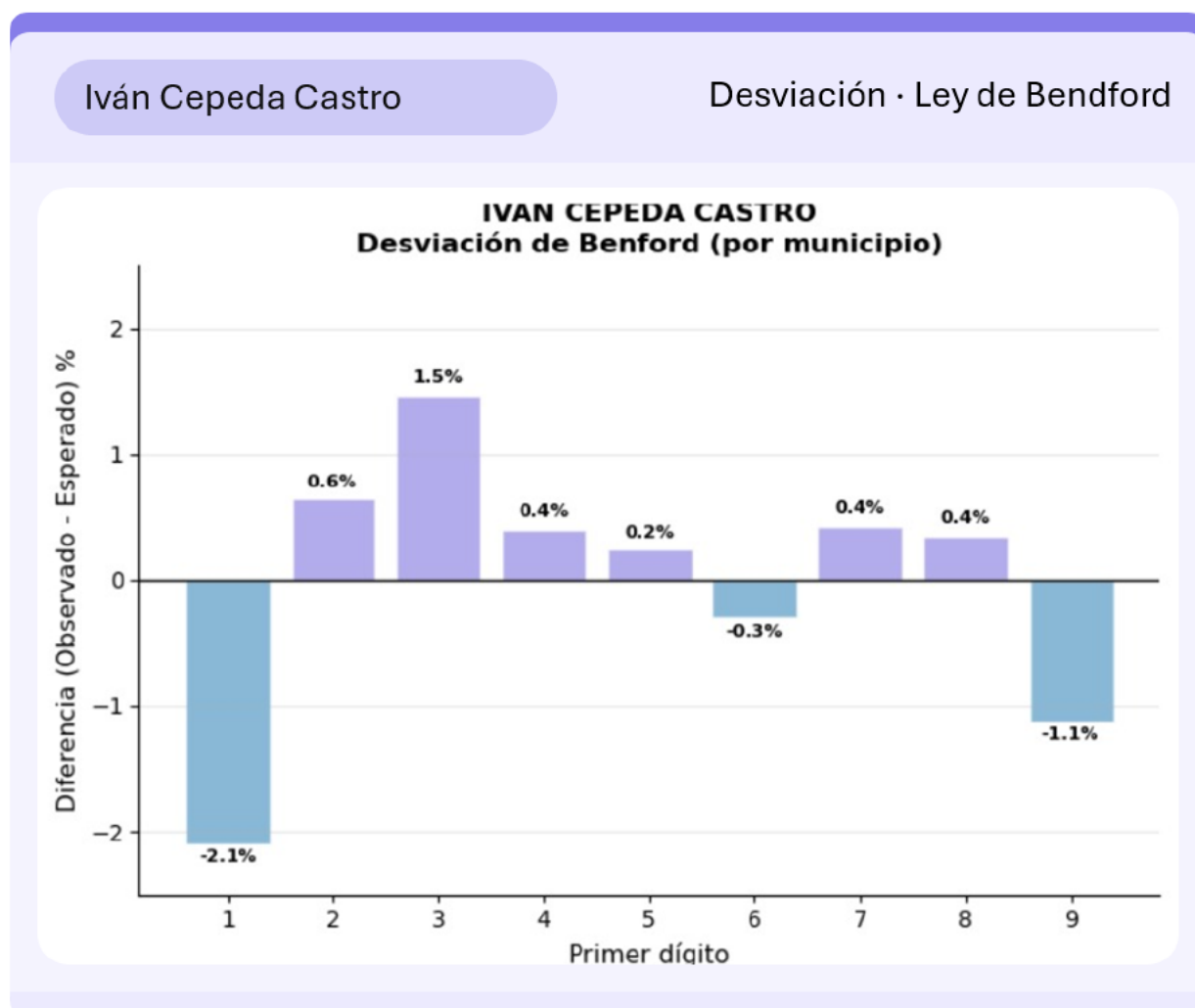
Fuente: elaboración propia.

Las diferencias observadas respecto a la distribución teórica oscilan entre -1,5% y 1,6%. Ningún dígito presenta desviaciones de magnitud significativa y las variaciones se distribuyen de forma relativamente equilibrada entre valores positivos y negativos.

En términos prácticos, esto significa que las diferencias observadas son pequeñas y compatibles con la variabilidad que normalmente puede esperarse en un proceso electoral desarrollado sobre centenares de municipios con características demográficas y electorales distintas.

La prueba Chi-cuadrado de bondad de ajuste arrojó un valor de $\chi^2 = 15,05$ con un valor $p = 0,058$. Esto significa que las diferencias observadas entre los primeros dígitos registrados y los valores esperados por la Ley de Benford son de magnitud reducida. En términos prácticos, la distribución observada mantiene un comportamiento compatible con el patrón que normalmente presentan datos generados mediante procesos naturales.

Gráfico 13. Desviaciones respecto a Benford - Iván Cepeda.



Fuente: elaboración propia.

Para Iván Cepeda Castro las desviaciones registradas oscilan entre -2,1% y 1,5%. Aunque algunos dígitos presentan diferencias ligeramente superiores a las observadas en el caso anterior, la magnitud general de las variaciones continúa siendo reducida y no muestra patrones sistemáticos de concentración.

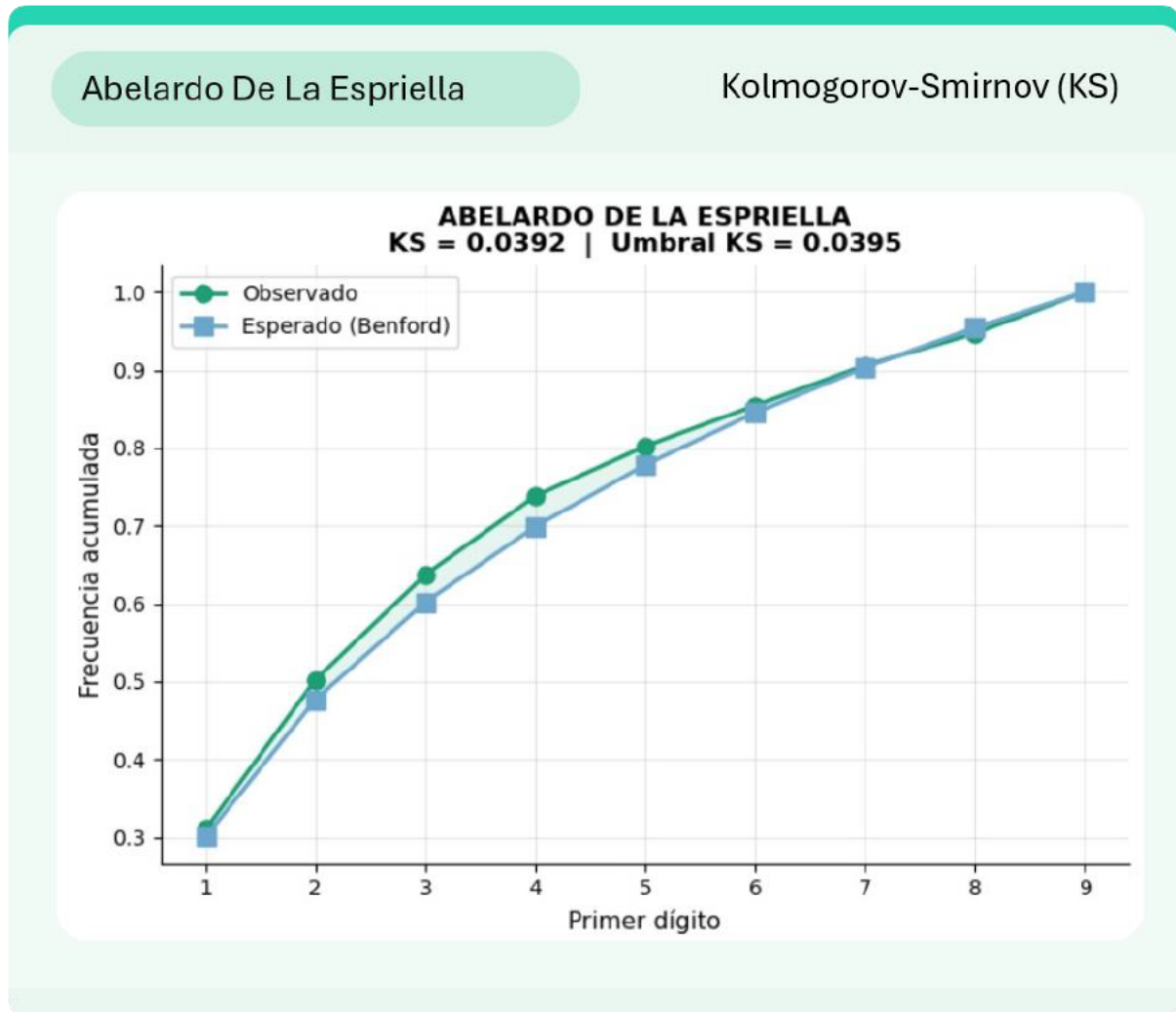
Desde una perspectiva práctica, las diferencias observadas reflejan fluctuaciones normales dentro del conjunto de datos analizado y no evidencian comportamientos particulares asociados a determinados primeros dígitos.

La prueba Chi-cuadrado produjo un valor de $\chi^2 = 8,47$ con un valor $p = 0,389$. Este resultado confirma que la distribución observada resulta compatible con el comportamiento esperado bajo la Ley de Benford.

Comparación de distribuciones acumuladas Kolmogorov-Smirnov (KS)

Como mecanismo complementario de validación se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (KS), la cual compara las distribuciones acumuladas observadas y teóricas. Mientras la prueba Chi-cuadrado evalúa diferencias entre categorías individuales, la prueba KS permite valorar el comportamiento general de la distribución en su conjunto.

Gráfico 14. Curva acumulada (KS) - Abelardo De La Espriella.



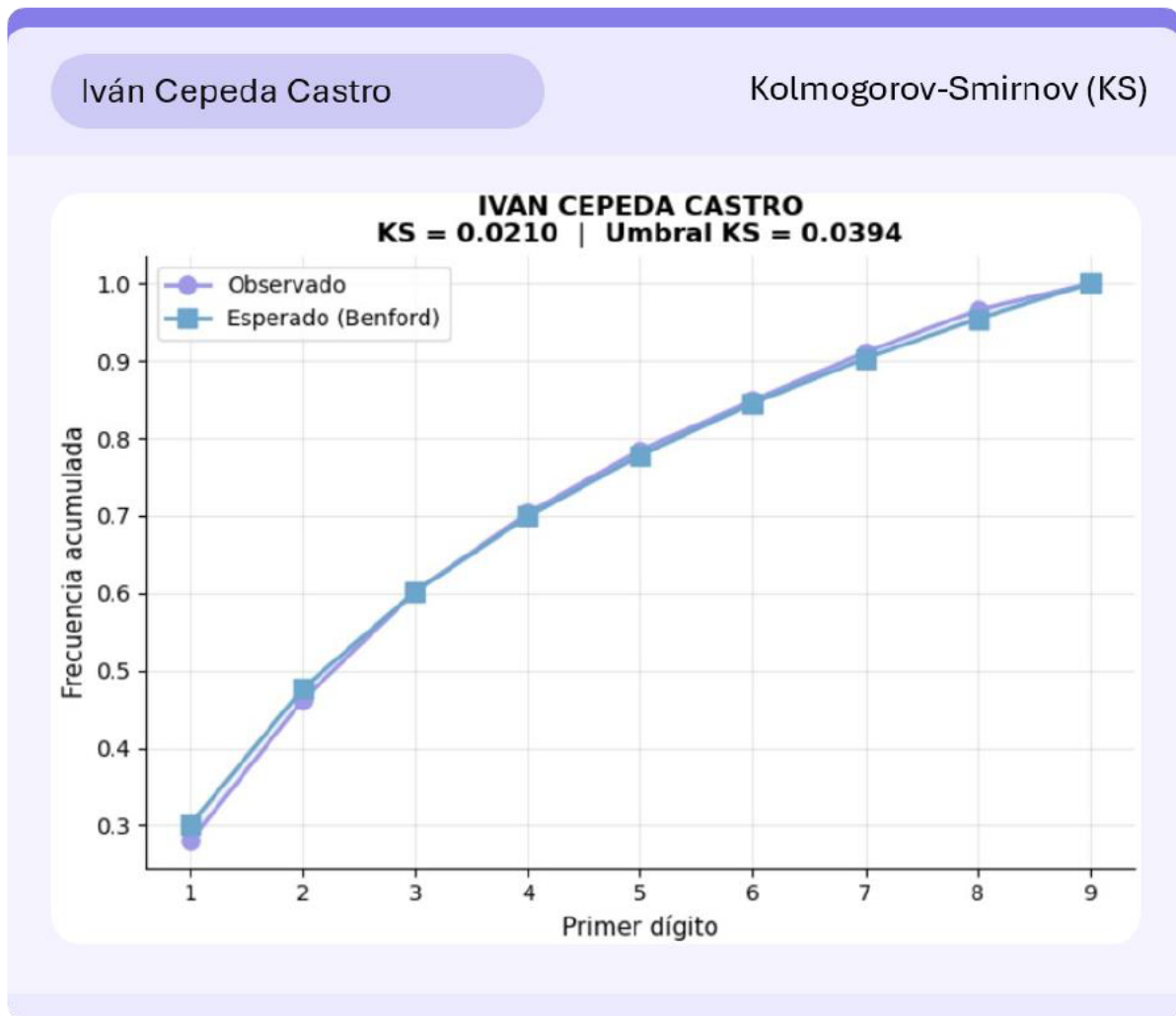
Fuente: elaboración propia.

La comparación de las curvas acumuladas muestra una elevada proximidad entre la distribución observada y la distribución teórica. El estadístico obtenido fue $KS = 0,0392$, valor que se ubica ligeramente por debajo del umbral crítico de $0,0395$.

En términos prácticos, esto significa que la distancia máxima observada entre ambas distribuciones se mantiene dentro de los límites esperados para datos compatibles con el patrón de Benford. La trayectoria observada reproduce adecuadamente el comportamiento general previsto por la distribución teórica.

Este resultado es consistente con lo observado en la distribución de los primeros dígitos y en las desviaciones previamente analizadas, reforzando la compatibilidad de los resultados observados con el patrón esperado por la Ley de Benford.

Gráfico 15. Curva acumulada (KS) · Iván Cepeda.



Fuente: elaboración propia.

Para Iván Cepeda la comparación de las curvas acumuladas muestra una elevada proximidad entre la distribución observada y la distribución teórica. El estadístico obtenido fue $KS = 0,0210$, valor que se ubica por debajo del umbral crítico de $0,0394$.

En términos prácticos, esto significa que la distancia máxima observada entre ambas distribuciones se mantiene dentro de los límites esperados para datos compatibles con el patrón de Benford. La trayectoria observada reproduce adecuadamente el comportamiento general previsto por la distribución teórica.

Al igual que en las evaluaciones anteriores, la distancia observada entre las distribuciones acumuladas permanece dentro de los límites esperados, manteniendo un comportamiento coherente con el patrón teórico utilizado como referencia.

Resultados obtenidos

La pregunta planteada por esta prueba fue la siguiente:

¿La distribución de los primeros dígitos observados en los resultados municipales es compatible con el comportamiento esperado de datos generados mediante procesos naturales?


Respuesta: Los resultados observados indican que la distribución de los primeros dígitos es compatible con el comportamiento esperado de datos generados mediante procesos naturales.

Tanto para Abelardo De La Espriella como para Iván Cepeda Castro, las frecuencias observadas reproducen adecuadamente el patrón característico descrito por la Ley de Benford. Asimismo, las diferencias registradas respecto a la distribución teórica son de magnitud reducida y se mantienen dentro de los rangos normalmente esperados para este tipo de datos.

De manera complementaria, las pruebas de bondad de ajuste aplicadas muestran resultados consistentes entre sí. Los estadísticos Chi-cuadrado indican que las diferencias observadas respecto a la distribución teórica son compatibles con la variabilidad esperada, las pruebas de Kolmogorov-Smirnov muestran distancias acumuladas inferiores a los umbrales críticos establecidos y los valores de Desviación Absoluta Media (MAD) se ubican dentro de los rangos de conformidad aceptable propuestos en la literatura especializada.

En conjunto, la evidencia obtenida mediante la distribución observada de los primeros dígitos, el análisis de desviaciones y las pruebas complementarias de ajuste muestra un comportamiento consistente con el esperado para datos generados mediante procesos naturales. Dentro del alcance de esta prueba, no se observan patrones incompatibles con la naturalidad de los resultados electorales analizados ni indicios que sugieran manipulación, fabricación o generación artificial de los registros evaluados.

Resumen de resultados



RESULTADO
Prueba superada

Ley de Benford
Distribución de primeros dígitos compatible con procesos naturales de votación

4.2.2 Prueba de Bebbber y Scacco

Con el propósito de complementar los resultados obtenidos mediante la Ley de Benford, se aplicó un conjunto de pruebas orientadas a evaluar el comportamiento de los dígitos finales de los resultados electorales registrados a nivel de mesa de votación.

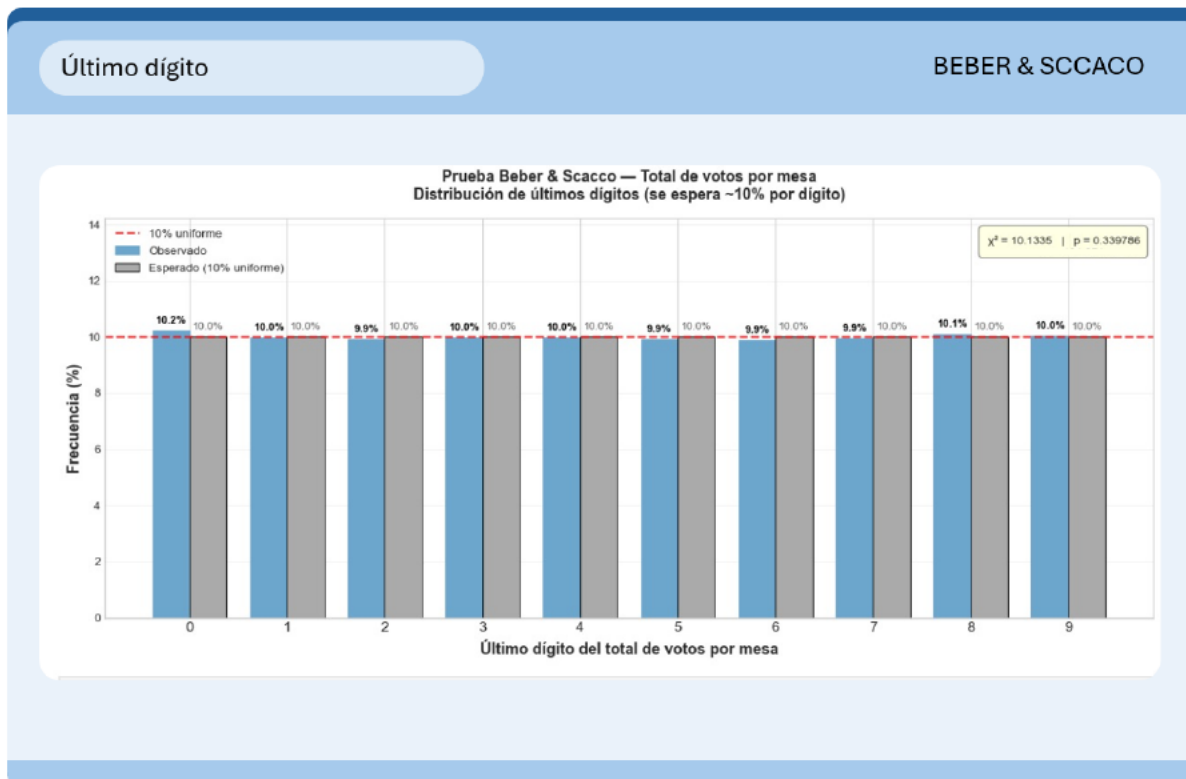
A diferencia de las metodologías basadas en primeros dígitos significativos, estas pruebas analizan patrones asociados a los últimos dígitos de los valores observados. Debido a que la distribución de los dígitos finales es independiente de la magnitud del número analizado, los resultados no se encuentran afectados por las restricciones operativas derivadas del potencial máximo de votantes por mesa ni por los límites inherentes al diseño del proceso electoral.

Las pruebas fueron aplicadas sobre la totalidad de los registros contenidos en el archivo de Escrutinio y, de manera complementaria, sobre las dos candidaturas con mayor representación electoral, quienes concentran aproximadamente el 86% de los votos válidos registrados.

4.2.2.1 Uniformidad del último dígito

La evaluación se desarrolló inicialmente sobre la totalidad de los registros y posteriormente sobre las dos candidaturas con mayor representación electoral. Los gráficos siguientes presentan la frecuencia observada de cada último dígito y su comparación con la distribución uniforme teórica, según la cual cada dígito debería aparecer aproximadamente el 10% de las veces.

Gráfico 16. *Bebber y Scacco* · Distribución observada del último dígito – Total de votos por mesa.



Fuente: elaboración propia.

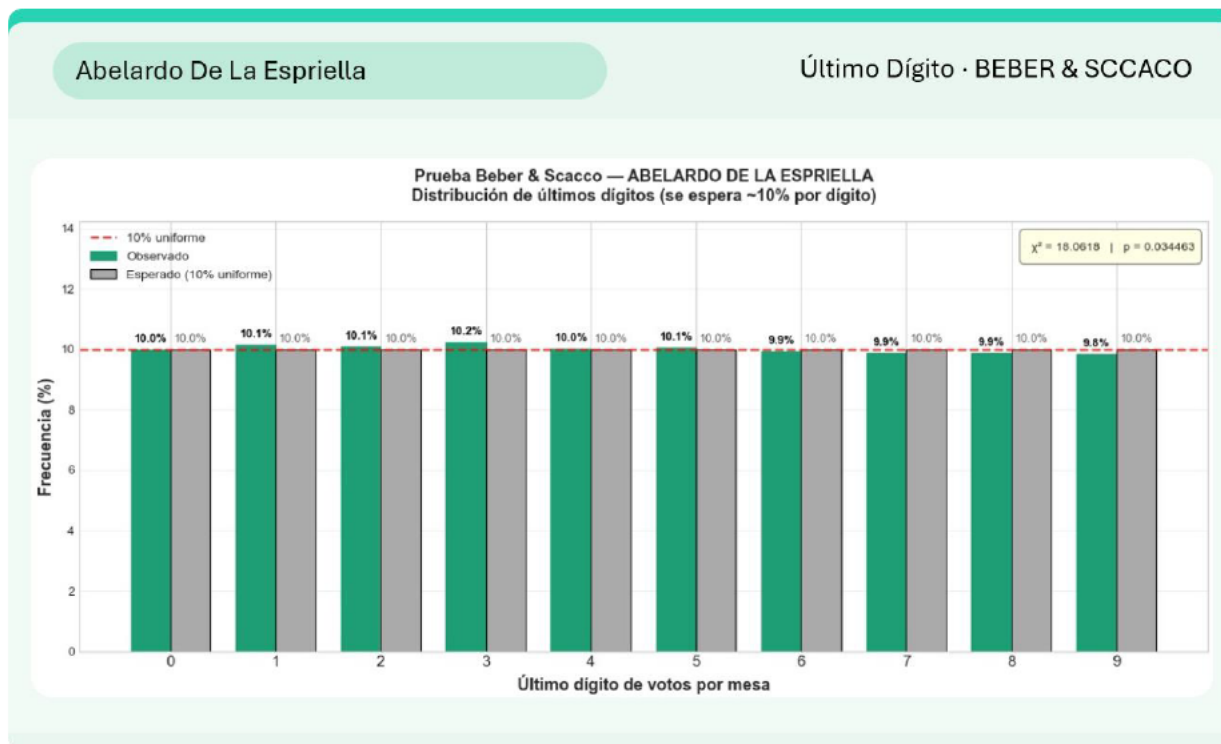
Los resultados muestran una distribución prácticamente uniforme de los últimos dígitos. Las frecuencias observadas para los dígitos comprendidos entre 0 y 9 se mantienen muy próximas al valor teórico esperado del 10%, sin que se aprecien concentraciones visibles o predominio sistemático de alguna categoría particular.

Desde una perspectiva estadística, la prueba Chi-cuadrado de bondad de ajuste arrojó un valor $\chi^2 = 10,13$ y un valor $p = 0,340$, resultado que indica un adecuado nivel de concordancia entre la distribución observada y la distribución uniforme de referencia.

En términos prácticos, esto significa que los dígitos finales de los totales de votos por mesa se encuentran distribuidos de manera equilibrada. No se observan preferencias por determinados números ni patrones de repetición

que sugieran un comportamiento distinto al esperado para un conjunto amplio de resultados electorales.

Gráfico 17. *Bebber y Scacco* · Distribución observada del último dígito – Abelardo De La Espriella.



Fuente: elaboración propia.

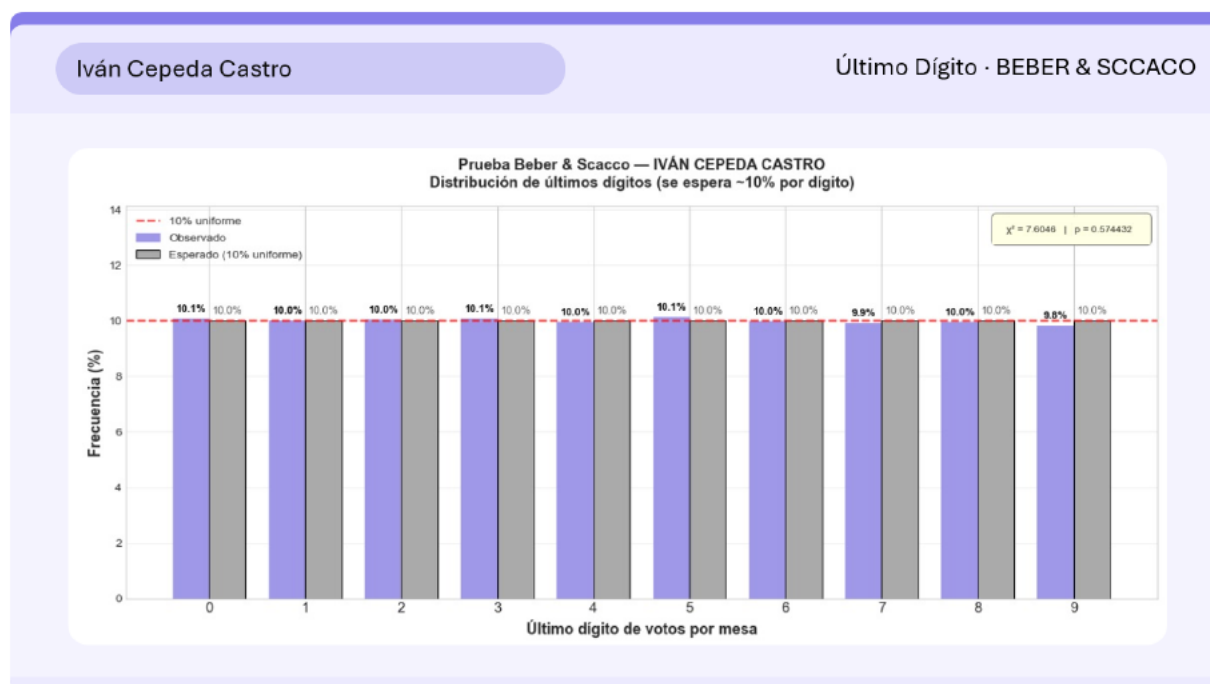
La distribución observada para Abelardo De La Espriella mantiene una elevada proximidad respecto al patrón uniforme esperado. Las frecuencias registradas oscilan aproximadamente entre 9,8% y 10,2%, evidenciando diferencias muy reducidas respecto al valor teórico de referencia.

Desde una perspectiva estadística, la prueba Chi-cuadrado produjo un valor $\chi^2 = 18,06$ y un valor $p = 0,034$. Aunque este resultado supera el umbral convencional de significancia estadística, las diferencias observadas corresponden a variaciones de apenas unas décimas de punto porcentual respecto al valor esperado.

En términos prácticos, esto significa que la distribución conserva una apariencia esencialmente uniforme. Las pequeñas diferencias detectadas por la prueba estadística no se traducen en concentraciones visibles de determinados dígitos ni en patrones que alteren el comportamiento general de la distribución observada.

Asimismo, debe considerarse que el análisis comprende un volumen alto de registros, circunstancia que incrementa la sensibilidad de la prueba Chi-cuadrado y permite detectar diferencias extremadamente pequeñas que pueden carecer de relevancia práctica dentro del contexto de la evaluación.

Gráfico 18. *Bebber y Scacco*. Distribución observada del último dígito – Iván Cepeda.



Fuente: elaboración propia.

Los resultados correspondientes a Iván Cepeda muestran una distribución prácticamente uniforme de los últimos dígitos. Las frecuencias observadas permanecen muy próximas al 10% esperado para cada categoría y no presentan desviaciones apreciables respecto al patrón de referencia.

Desde una perspectiva estadística, la prueba Chi-cuadrado arrojó un valor $\chi^2 = 7,60$ y un valor $p = 0,574$, resultado que muestra una elevada concordancia entre la distribución observada y la distribución uniforme teórica.

En términos prácticos, esto significa que los últimos dígitos asociados a esta candidatura se distribuyen de manera equilibrada a lo largo de todas las categorías posibles, reproduciendo el comportamiento que cabría esperar en un conjunto de resultados generado mediante un proceso de votación y conteo ordinario.

Resultado obtenido

La pregunta planteada por esta prueba fue la siguiente:

¿Los últimos dígitos de los resultados electorales se distribuyen de forma equilibrada o existe una concentración inusual en determinados valores?

Respuesta: Los últimos dígitos se distribuyen de forma equilibrada y consistente con el patrón uniforme esperado, sin concentraciones inusuales en valores específicos.

Las distribuciones observadas para el total de votos por mesa y para las dos principales candidaturas presentan frecuencias muy próximas al valor teórico esperado del 10% para cada dígito. Asimismo, la inspección gráfica no muestra concentraciones relevantes en categorías específicas, acumulaciones en determinados números ni patrones sistemáticos de preferencia por algún dígito particular.

Desde una perspectiva estadística, los resultados muestran un elevado nivel de concordancia con la distribución uniforme utilizada como referencia. Las pequeñas diferencias observadas corresponden a fluctuaciones de magnitud reducida que no alteran el comportamiento general de las distribuciones analizadas.

En conjunto, la prueba de uniformidad del último dígito muestra un comportamiento consistente con la variabilidad normal esperada en resultados electorales reales y no presenta patrones incompatibles con la naturalidad de los datos evaluados.

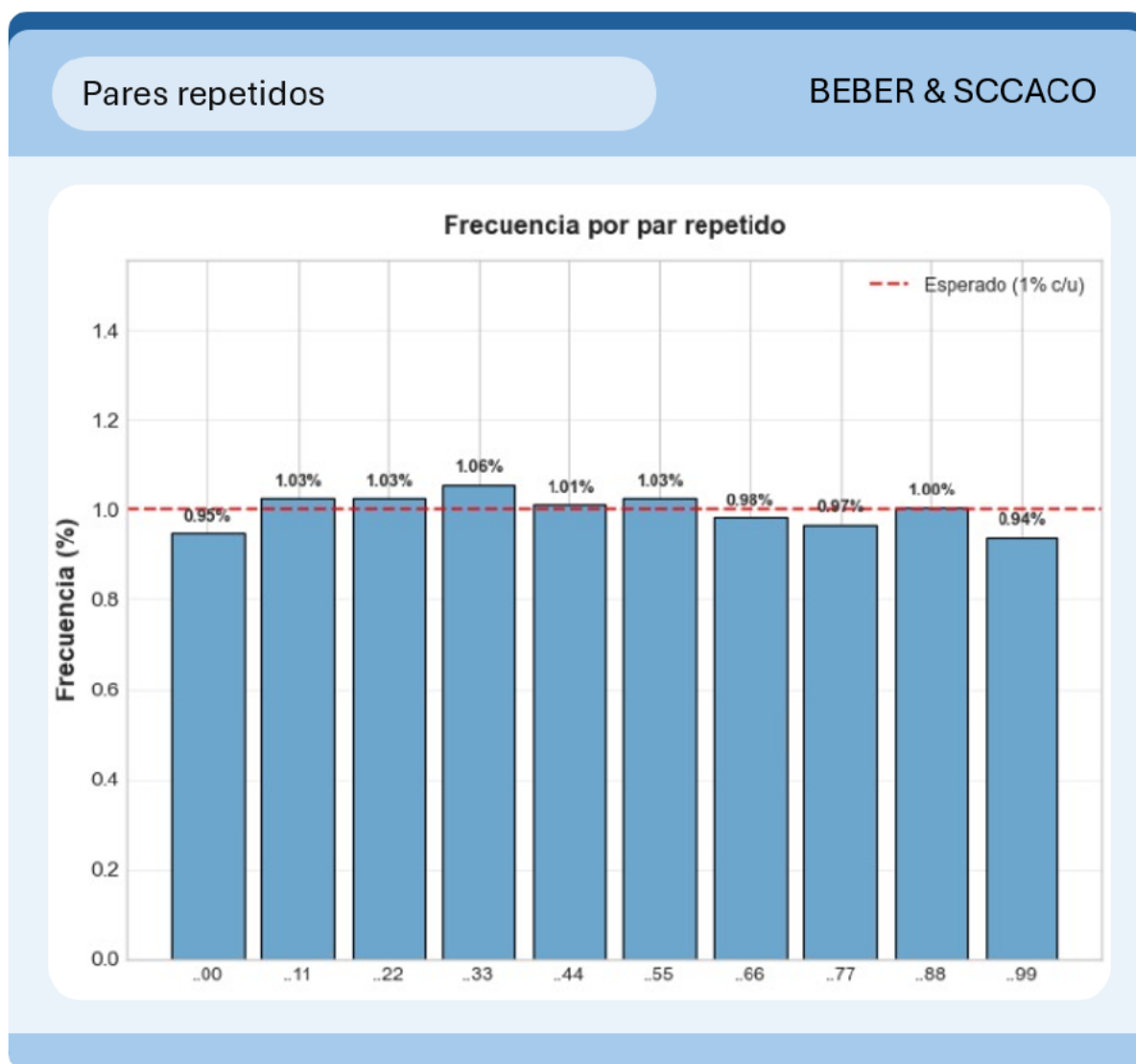
Resumen de resultados

	RESULTADO Prueba superada	Uniformidad del último dígito Comportamiento compatible con un proceso natural de votación y conteo
---	--	---

4.2.2.2 Frecuencia de pares repetidos

Con el propósito de evaluar el comportamiento de las terminaciones repetidas en los dos últimos dígitos de los resultados electorales, se comparó la frecuencia observada de las combinaciones 00, 11, 22, 33, 44, 55, 66, 77, 88 y 99 con la frecuencia teórica esperada. Bajo condiciones normales, cada una de estas terminaciones debería representar aproximadamente el 1% de las observaciones analizadas.

Gráfico 19. *Bebber y Scacco* · Frecuencia por par repetido.



Fuente: elaboración propia.

Los resultados muestran una distribución altamente uniforme de las terminaciones repetidas. Las frecuencias observadas para las combinaciones 00, 11, 22, 33, 44, 55, 66, 77, 88 y 99 se ubican en un rango estrecho comprendido entre aproximadamente 0,94% y 1,06%, manteniéndose muy próximas al valor teórico esperado del 1%.

No se observan concentraciones relevantes en ninguna de las categorías analizadas ni terminaciones que presenten una frecuencia significativamente superior al resto de las combinaciones evaluadas.

Desde una perspectiva estadística, las diferencias observadas corresponden a fluctuaciones mínimas alrededor del valor esperado. La dispersión entre categorías es reducida y la distribución mantiene un comportamiento estable a lo largo de las diez terminaciones repetidas consideradas por la prueba.

En particular, las combinaciones con mayor frecuencia observada (33, 11, 22 y 55) apenas superan el valor esperado en unas pocas centésimas de punto porcentual, mientras que las combinaciones con menor frecuencia (00 y 99) permanecen igualmente próximas al nivel de referencia teórico.

En términos prácticos, esto significa que los resultados electorales no muestran una preferencia especial por números terminados en pares repetidos. Si existiera una tendencia sistemática a fabricar o modificar registros de forma artificial, sería razonable esperar que algunas terminaciones aparecieran con mucha mayor frecuencia que otras.

Sin embargo, lo que muestra el gráfico es precisamente lo contrario: las diez terminaciones aparecen con frecuencias muy similares entre sí y cercanas al valor esperado, reflejando un comportamiento equilibrado de los dos últimos dígitos de los resultados analizados.

Resultado obtenido

La pregunta planteada por esta prueba fue la siguiente:

¿Las terminaciones repetidas aparecen con la frecuencia esperada o presentan patrones de concentración inusuales?

Respuesta: Las terminaciones repetidas aparecen con la frecuencia esperada y no presentan patrones de concentración inusuales.

Las diez combinaciones evaluadas presentan frecuencias muy próximas al valor teórico de referencia del 1%, sin concentraciones relevantes en categorías específicas ni desviaciones que alteren el comportamiento general de la distribución observada.

En conjunto, la frecuencia de pares repetidos muestra un patrón estable y equilibrado, consistente con el comportamiento esperado de los últimos dos dígitos en resultados electorales generados mediante procesos naturales de votación y conteo. No se observan concentraciones inusuales de terminaciones repetidas ni patrones incompatibles con la naturalidad de los datos analizados.

Resumen de resultados



RESULTADO
Prueba superada

Frecuencia de pares repetidos
Terminaciones compatibles con la
variabilidad normal de los datos
electorales

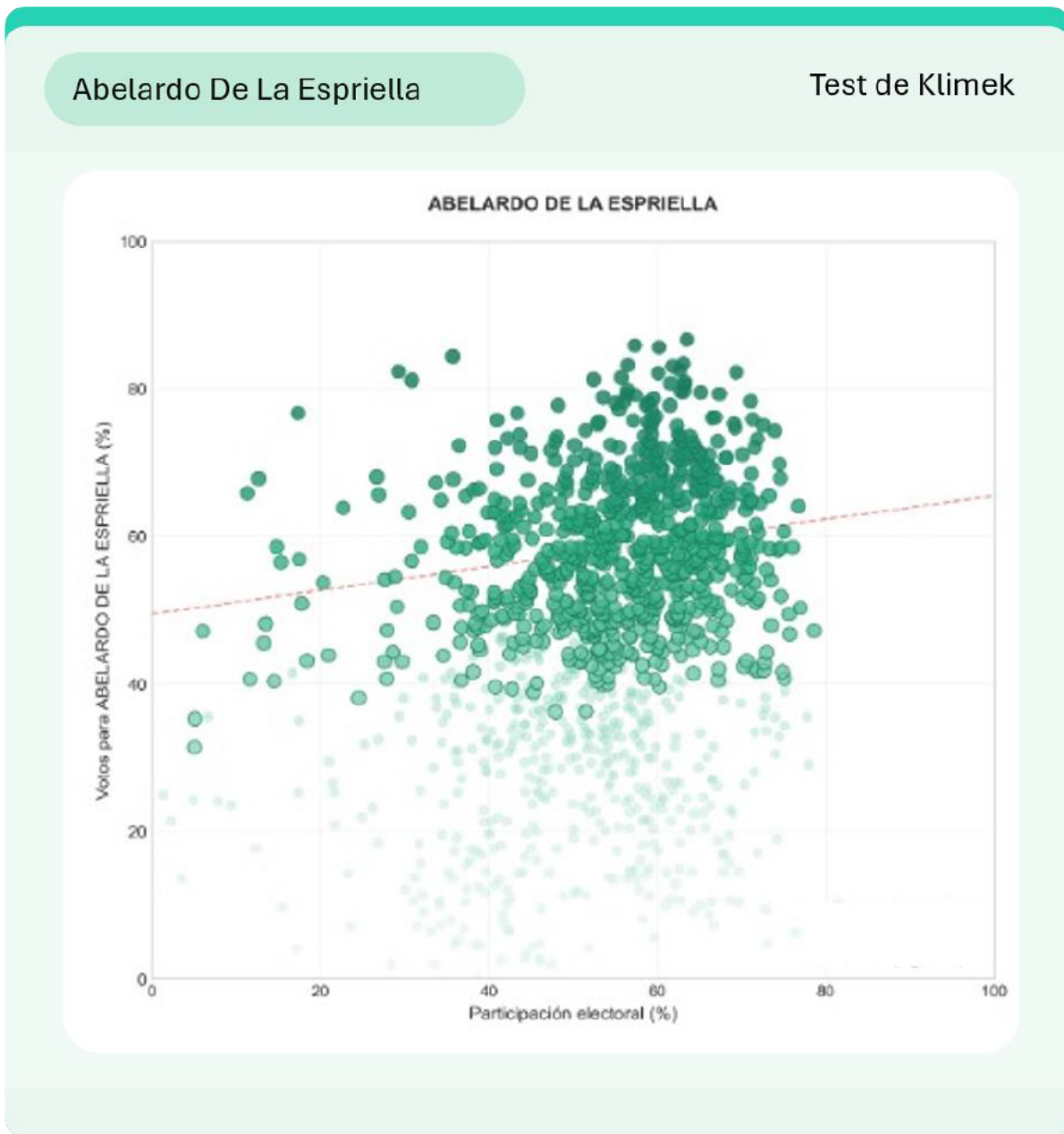
4.2.3 Prueba de Klimek

Se aplicó el enfoque propuesto por Klimek con el propósito de examinar la relación existente entre la participación electoral y el porcentaje de votación obtenido por las principales candidaturas.

La metodología permite identificar si los resultados se distribuyen de forma continua y gradual a través de los distintos municipios o si, por el contrario, aparecen concentraciones inusuales de observaciones en determinadas zonas del espacio analizado. En particular, la prueba resulta útil para detectar agrupamientos anómalos asociados simultáneamente a niveles elevados de participación y altos porcentajes de votación.

La evaluación se desarrolló para las dos candidaturas con mayor representación electoral y posteriormente mediante una visualización conjunta de ambos subconjuntos.

Gráfico 20. Klimek · Municipios donde obtuvo más votos Abelardo de la Espriella.



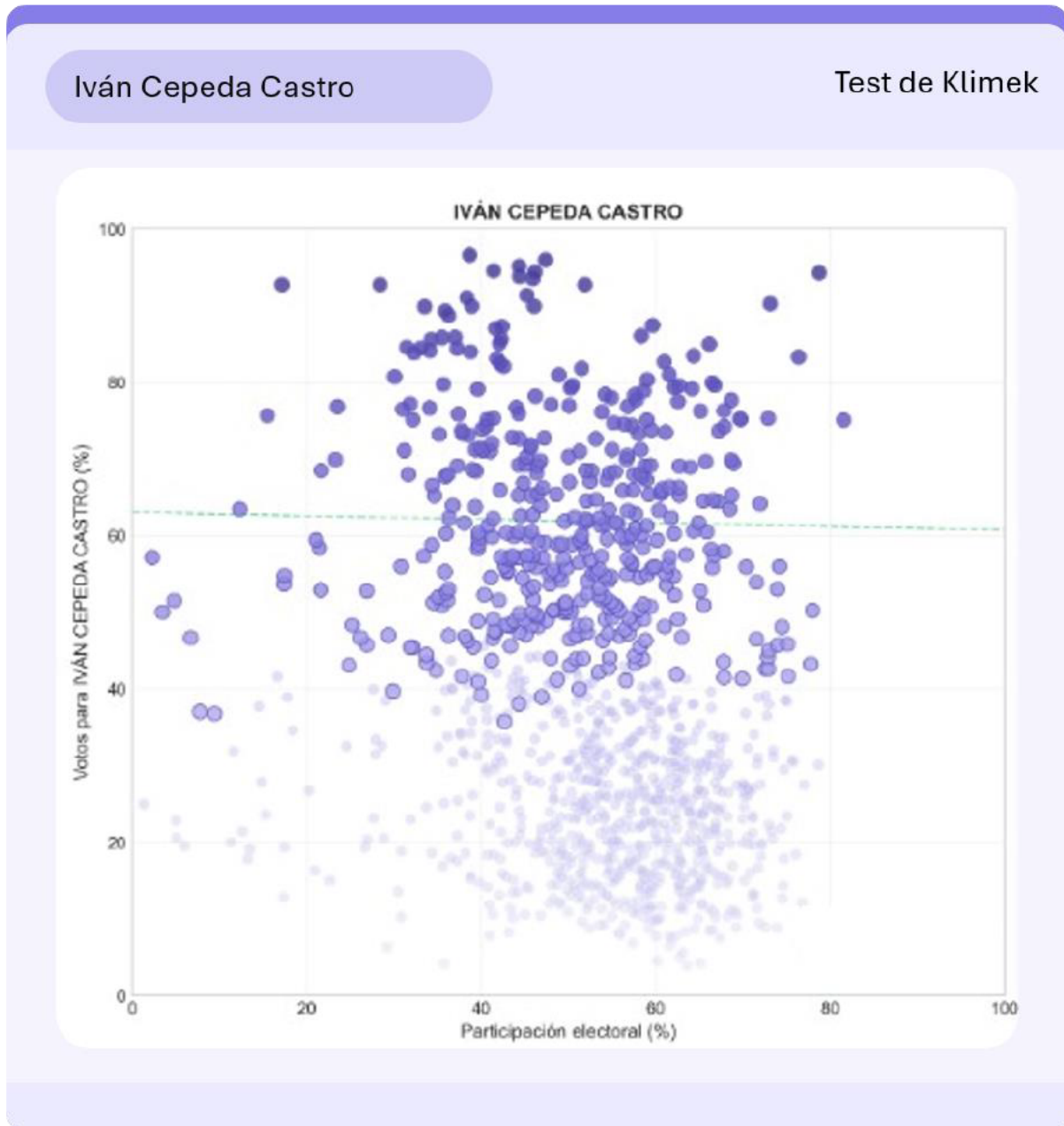
Fuente: elaboración propia.

Los municipios donde Abelardo de la Espriella obtuvo más votos se distribuyen de forma continua a lo largo del rango de participación electoral analizado. La mayor concentración de observaciones se ubica aproximadamente entre niveles intermedios de participación y porcentajes de votación cercanos al centro de la distribución, sin acumulaciones abruptas en sectores específicos del gráfico.

Desde una perspectiva estadística, la nube de puntos presenta una estructura dispersa y homogénea, donde las observaciones ocupan gradualmente el espacio analizado sin formar conglomerados compactos o zonas de concentración extraordinaria. La línea de tendencia muestra una inclinación positiva moderada, reflejando que los municipios con mayores niveles de participación tienden a registrar porcentajes ligeramente superiores de votación para esta candidatura.

En términos prácticos, esto significa que el apoyo electoral observado no se encuentra concentrado en un pequeño grupo de municipios con participaciones excepcionalmente altas, sino que se distribuye de manera gradual entre territorios con distintos niveles de participación. El comportamiento observado resulta consistente con diferencias normales de apoyo electoral entre municipios.

Gráfico 21. Klimek - Municipios donde obtuvo más votos Iván Cepeda Castro.



Fuente: elaboración propia.

Los municipios donde Iván Cepeda Castro obtuvo más votos presentan igualmente una distribución continua y sin interrupciones visibles. Las observaciones se dispersan a lo largo de distintos niveles de participación electoral, manteniendo una estructura homogénea y sin concentraciones extraordinarias en áreas específicas del gráfico.

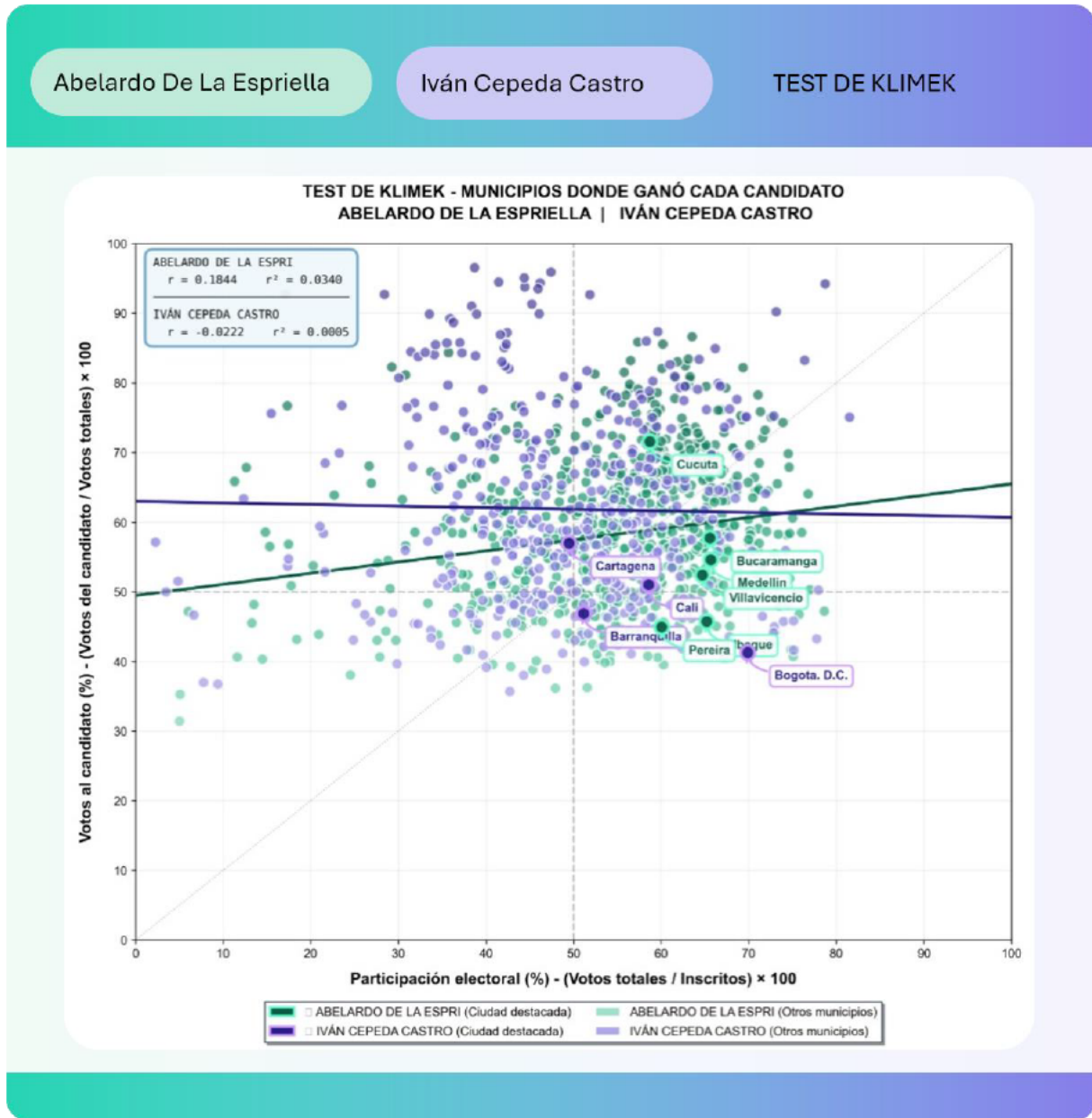


Desde el punto de vista estadístico, la nube de puntos conserva un comportamiento estable y una dispersión compatible con la heterogeneidad territorial esperada entre municipios. La línea de tendencia se mantiene prácticamente horizontal, indicando que las variaciones en la participación electoral ejercen una influencia limitada sobre el porcentaje de votación obtenido por esta candidatura.

Esto significa que los municipios con mayor participación no muestran, de forma sistemática, porcentajes extraordinariamente altos de votación para esta candidatura. Los resultados observados reflejan diferencias territoriales normales y no un patrón de crecimiento concentrado en determinados niveles de participación.

La siguiente visualización conjunta permite comparar simultáneamente el comportamiento de ambas candidaturas dentro del mismo espacio de análisis.

Gráfico 22. Klimek - Comparación integrada entre municipios ganados por las candidaturas con más votos.



Fuente: elaboración propia.

En los municipios donde obtuvieron más votos cada candidato, ambos presentan valores de correlación muy bajos: $r = 0.1844$ ($r^2 = 0.0340$) para Abelardo de la Espriella, y $r = -0.0222$ ($r^2 = 0.0005$) para Iván Cepeda Castro. Esto significa que la variable analizada explica apenas un 3.4% y un 0.05% del comportamiento de los datos, respectivamente, valores demasiado

pequeños para representar una relación significativa. En conjunto, estos resultados indican que no existen patrones ni diferencias sustanciales que sugieran anomalías en el comportamiento electoral de ninguno de los dos candidatos.

Se observa que los municipios asociados a cada candidato ocupan rangos similares de participación electoral y se distribuyen ampliamente alrededor de las zonas centrales del gráfico.

Desde una perspectiva estadística, el aspecto más relevante es la ausencia de conglomerados compactos en las regiones de alta participación y alta votación. Las observaciones se distribuyen de forma continua, sin rupturas, discontinuidades ni agrupamientos extraordinarios que alteren la estructura general de la nube de puntos.

En términos prácticos, esto significa que no se identifican grupos de municipios que se aparten claramente del comportamiento general observado. Los resultados muestran una transición gradual entre territorios con distintos niveles de participación y apoyo electoral, característica normalmente asociada a procesos electorales heterogéneos y territorialmente diversos.

Resultado obtenido

La pregunta planteada por esta prueba fue la siguiente:


¿La relación entre participación electoral y porcentaje de votación presenta un comportamiento gradual y consistente o existen concentraciones inusuales que podrían apartarse de los patrones esperados?

Respuesta: La relación observada presenta un comportamiento gradual y consistente, sin concentraciones inusuales de votación asociadas a niveles específicos de participación electoral.

Las distribuciones analizadas muestran nubes de puntos continuas, dispersas y territorialmente heterogéneas, sin agrupamientos extraordinarios en zonas de alta participación y alta votación. Asimismo, no se observan rupturas, discontinuidades ni acumulaciones que sugieran adición artificial de votos o mecanismos sistemáticos de alteración de resultados.

Dentro del alcance de esta prueba, los patrones observados son compatibles con la variabilidad territorial esperada en un proceso electoral real y con la naturalidad de los resultados registrados.

Resumen de resultados



RESULTADO
Prueba superada

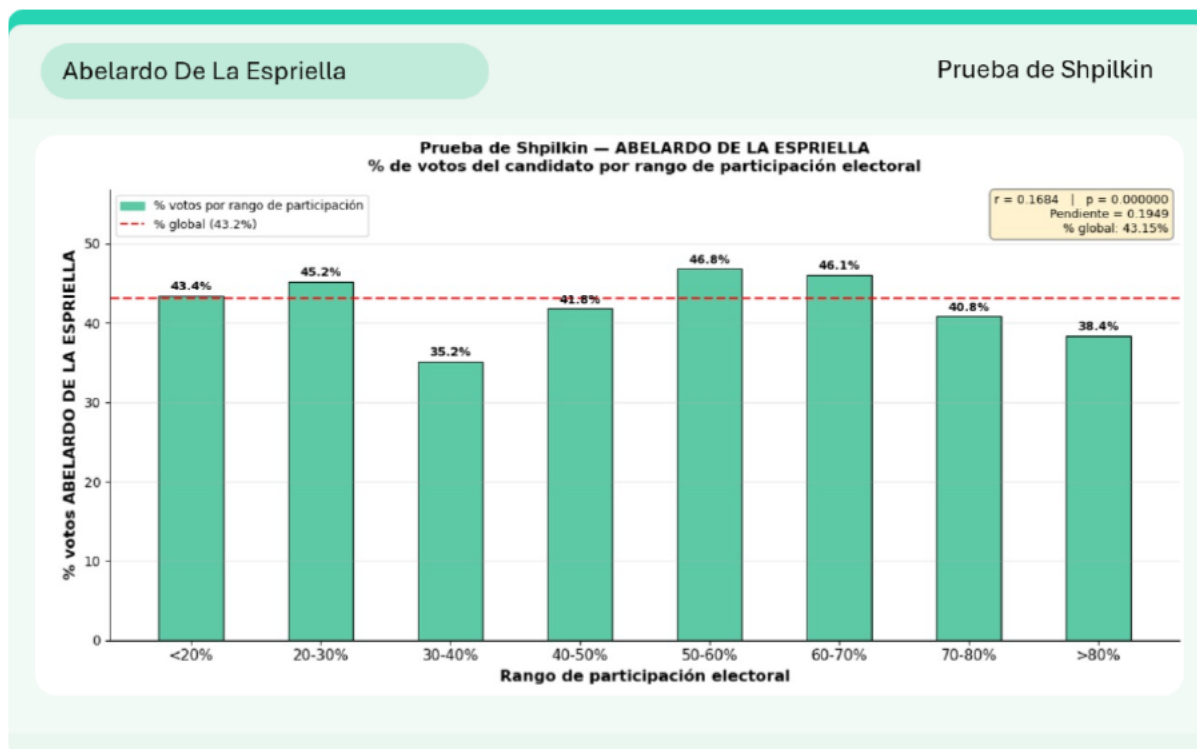
Prueba de Klimek
Relación gradual y consistente, sin concentraciones inusuales de participación y votación

4.2.4 Prueba de Shpilkin

Esta prueba permite evaluar la relación existente entre la participación electoral y la proporción de votos obtenida por una candidatura, con el propósito de identificar posibles concentraciones atípicas de votación asociadas a niveles elevados de participación. Bajo condiciones normales, incrementos en la participación no deberían traducirse en aumentos sistemáticos y desproporcionados de la votación para un candidato específico.

La auditoría se enfocó en verificar si los municipios con mayores niveles de participación electoral presentan incrementos extraordinarios en la proporción de votos obtenida por las principales candidaturas analizadas.

Gráfico 23. Shpilkin - Abelardo De La Espriella.



Fuente: elaboración propia.

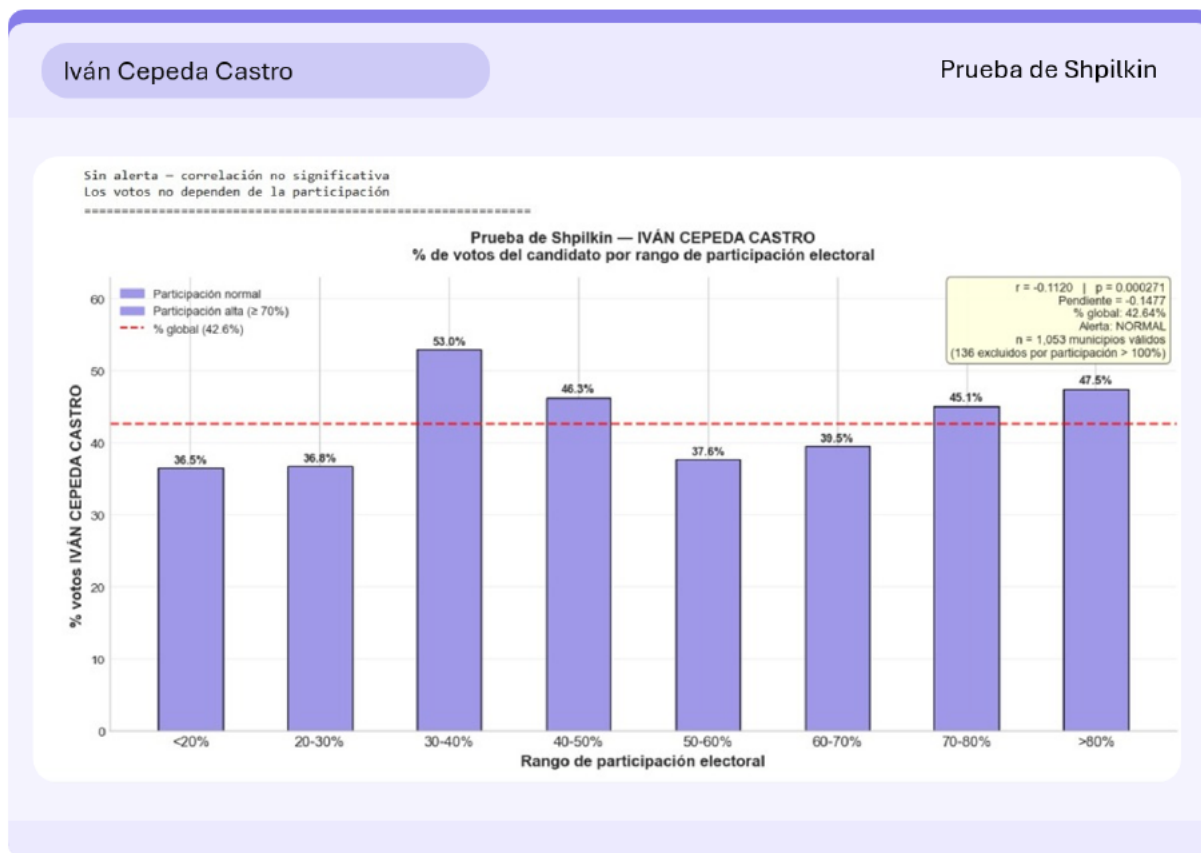
Los resultados correspondientes a Abelardo De La Espriella muestran una correlación positiva de baja magnitud entre participación electoral y porcentaje de votación ($r = 0,168$). Esto indica que los municipios con mayores niveles de participación tienden a registrar porcentajes de votación ligeramente superiores para la candidatura; sin embargo, la intensidad de esta relación es reducida y no evidencia un incremento sistemático del apoyo electoral conforme aumenta la participación.

La pendiente estimada es positiva (0,195), reflejando una tendencia ligeramente ascendente conforme aumenta la participación electoral. En otras palabras, al comparar municipios con distintos niveles de participación se observa una inclinación moderada hacia porcentajes de votación algo mayores. No obstante, el cambio observado es pequeño y no muestra incrementos extraordinarios de apoyo en los municipios con mayor afluencia electoral.

Al examinar los distintos rangos de participación se observa que los porcentajes de apoyo fluctúan alrededor del promedio general de la candidatura (43,15%). Los niveles más altos de participación no concentran los porcentajes más elevados de votación; por el contrario, los municipios con participaciones superiores al 70% registran niveles de apoyo inferiores al promedio general observado. Esto indica que los aumentos en la participación electoral no se traducen automáticamente en mayores niveles de respaldo para la candidatura.

En conjunto, el comportamiento observado muestra que la votación obtenida por Abelardo De La Espriella se distribuye de manera relativamente estable a lo largo de los distintos niveles de participación analizados, sin concentraciones excepcionales en los municipios con mayor afluencia electoral.

Gráfico 24. Shpilkin · Iván Cepeda.



Fuente: elaboración propia.

En el caso de Iván Cepeda se observa una correlación negativa de muy baja magnitud entre participación electoral y porcentaje de votación ($r = -0,112$). Esto indica que los municipios con mayores niveles de participación tienden a registrar porcentajes de votación ligeramente inferiores para la candidatura; sin embargo, la intensidad de la relación es reducida y no evidencia cambios relevantes en el apoyo electoral conforme aumenta la participación.

La pendiente estimada ($-0,147$) refleja una ligera tendencia descendente. En términos prácticos, esto significa que los incrementos en la participación electoral se acompañan de reducciones muy pequeñas en la proporción de votos obtenida por la candidatura. La magnitud de esta variación es reducida y no configura un patrón de disminución sistemática del apoyo electoral.

Los porcentajes observados en los distintos rangos de participación permanecen próximos al promedio general de votación de la candidatura (42,64%), sin mostrar incrementos progresivos conforme aumenta la afluencia electoral. Aunque existen diferencias entre municipios, estas se distribuyen de manera gradual y sin concentraciones destacables en los rangos superiores de participación.

En consecuencia, los municipios donde participó una mayor proporción del electorado no muestran niveles extraordinarios de apoyo para esta candidatura. Los resultados mantienen un comportamiento estable a través de los distintos niveles de participación analizados y no presentan patrones de crecimiento asociados a una mayor afluencia electoral.

Resultado obtenido

La pregunta planteada por esta prueba fue la siguiente:

¿Los incrementos en la participación electoral se encuentran acompañados por aumentos sistemáticos y desproporcionados en la votación de una candidatura determinada?


Respuesta: Los resultados observados indican que los incrementos en la participación electoral no se encuentran acompañados por aumentos sistemáticos y desproporcionados en la votación de las candidaturas analizadas.

Tanto para Abelardo De La Espriella como para Iván Cepeda Castro, las relaciones observadas entre participación electoral y porcentaje de votación presentan magnitudes reducidas y comportamientos estables a lo largo de los distintos rangos de participación evaluados. Asimismo, los municipios con mayores niveles de afluencia electoral no concentran porcentajes extraordinarios de apoyo para ninguna de las dos candidaturas.

La revisión de las tendencias observadas muestra que los porcentajes de votación fluctúan alrededor de sus valores promedio sin presentar incrementos progresivos conforme aumenta la participación electoral. En consecuencia, los niveles más altos de participación no se encuentran asociados con aumentos excepcionales o desproporcionados de la votación.

En conjunto, los resultados muestran un comportamiento compatible con diferencias territoriales y dinámicas electorales propias de una elección con estrecho margen de diferencia entre los candidatos. Dentro del alcance de esta prueba, no se observan patrones de concentración de votación asociados a niveles elevados de participación electoral ni comportamientos incompatibles con la naturalidad de los resultados analizados.

Resumen de resultados

	RESULTADO Prueba superada	Prueba de Shpilkin Sin aumentos desproporcionados de votación asociados a mayores niveles de participación
---	--	--

4.3 Resumen consolidado de resultados

Las distintas pruebas aplicadas durante la auditoría permitieron evaluar los resultados electorales desde perspectivas complementarias, incluyendo la distribución de la votación, el comportamiento de los dígitos significativos y la relación entre participación electoral y desempeño de las principales candidaturas.

A continuación, se resumen los principales resultados obtenidos para cada una de las metodologías aplicadas.

RESUMEN DE RESULTADOS — AUDITORÍA ESTADÍSTICA		
✓ 5 de 5 pruebas superadas		
PRUEBA APLICADA	PREGUNTA EVALUADA	RESULTADO CONSOLIDADO
✓ Ley de Benford	¿La distribución de los primeros dígitos es compatible con el comportamiento esperado de datos generados mediante procesos naturales?	Compatible con la distribución esperada por la Ley de Benford.
✓ Bebbler & Scacco último dígito	¿Los últimos dígitos presentan una distribución uniforme?	Compatible con una distribución uniforme de los últimos dígitos.
✓ Bebbler & Scacco pares repetidos	¿Las terminaciones repetidas aparecen con la frecuencia esperada?	No se observan concentraciones anómalas de pares repetidos.
✓ Klimek	¿La relación entre participación electoral y porcentaje de votación presenta agrupamientos inusuales?	No se identifican agrupamientos atípicos ni concentraciones extraordinarias.
✓ Shpilkin	¿Los incrementos en la participación electoral se acompañan de aumentos desproporcionados de votación?	No se observan incrementos extraordinarios de votación asociados a mayores niveles de participación.
RESULTADO GLOBAL DE LA AUDITORÍA ESTADÍSTICA ✓ No se identifican patrones incompatibles con la naturalidad de los resultados electorales analizados.		

En términos generales, los análisis descriptivos mostraron una estructura de votación coherente con la composición observada del proceso electoral, caracterizada por una alta concentración de votos en las dos principales candidaturas y una distribución territorial heterogénea entre municipios y mesas de votación.



Las pruebas orientadas a la detección de anomalías evidenciaron resultados consistentes con los patrones esperados para datos electorales generados mediante procesos naturales. Las distribuciones de primeros y últimos dígitos mantuvieron comportamientos compatibles con los modelos teóricos utilizados como referencia, mientras que los análisis de participación electoral no evidenciaron concentraciones extraordinarias de votación ni incrementos desproporcionados de apoyo asociados a mayores niveles de afluencia electoral.

La convergencia de resultados obtenidos mediante metodologías independientes proporcionó una visión consistente del conjunto de datos analizado y no evidenció patrones estadísticos incompatibles con la naturalidad esperada de los resultados electorales evaluados.

V. Conclusión

La presente auditoría tuvo como propósito evaluar si los resultados electorales registrados presentan comportamientos compatibles con procesos naturales de votación o si, por el contrario, contienen patrones estadísticos que pudieran requerir una revisión adicional desde la perspectiva de la integridad de los datos.

Los análisis desarrollados sobre la totalidad de los registros evaluados muestran una estructura de resultados coherente con las características operativas y estadísticas esperadas para un proceso electoral de alcance nacional. La distribución de la votación observada, el comportamiento de los dígitos significativos, la frecuencia de terminaciones numéricas y la relación entre participación electoral y apoyo a las principales candidaturas presentan patrones consistentes entre sí y compatibles con la variabilidad normalmente observada en procesos electorales reales.

De manera particular, las metodologías aplicadas no identificaron concentraciones extraordinarias, agrupamientos atípicos, desviaciones sistemáticas ni comportamientos recurrentes que sugieran alteraciones generalizadas en la estructura de los datos analizados. Asimismo, los distintos enfoques utilizados produjeron resultados concordantes, fortaleciendo la consistencia de los hallazgos obtenidos mediante procedimientos estadísticos independientes.

La evidencia analizada indica que las variaciones observadas en los resultados electorales pueden explicarse por diferencias territoriales, demográficas y electorales propias de un proceso de votación desarrollado en condiciones heterogéneas a lo largo del territorio nacional, sin que se identifiquen patrones incompatibles con la naturalidad esperada de los datos.

En consecuencia, y dentro del alcance de las pruebas aplicadas, los resultados evaluados presentan un comportamiento estadístico consistente con procesos naturales de votación. La auditoría no identificó



elementos que permitan inferir la existencia de patrones sistemáticos de manipulación, fabricación o generación artificial de los resultados electorales analizados.

Las conclusiones anteriores deben interpretarse dentro del alcance metodológico de la presente auditoría. Las pruebas aplicadas permiten evaluar la coherencia estadística y la naturalidad de los datos observados, pero no constituyen por sí mismas una validación jurídica o administrativa del proceso electoral ni sustituyen los mecanismos institucionales de verificación, control y escrutinio establecidos por la autoridad electoral competente.



IIDH / CAPEL