

Evaluando alternativas para lograr un proceso de votación eficiente

Susana Mondschein, Ingeniería Industrial, U. de Chile

Marcelo Olivares, Facultad de Economía y Negocios, U. de Chile

ABR 07, 2024

Se analizan diversas estrategias, con el objetivo de lograr una votación expedita para la elección del 27 de octubre de 2024, en la cual se elegirán gobernadores, alcaldes, COREs y concejales. Dada la alta participación electoral esperada (85%) y el uso de múltiples papeletas y candidatos, el Servicio Electoral (Servel) propone extender el período de votación a dos días (26 y 27 de octubre) para evitar largas esperas y asegurar que todos los votantes puedan sufragar dentro del horario establecido (9am-6pm).

El análisis del Servel identifica el proceso de emisión del voto como el principal cuello de botella, dado que cada cámara puede procesar un flujo de 12 votantes por hora. Con la participación esperada, se estima que las mesas de votación –que actualmente operan con dos cámaras– tendrían que recibir votantes por al menos 14 horas, lo cual es impracticable. Utilizando modelos de simulación que capturan otros elementos del proceso de votación –principalmente la variabilidad en las llegadas de los votantes a la mesa– se confirma el diagnóstico realizado por el Servel.

Se evalúan propuestas alternativas para mejorar la eficiencia del proceso de votación:

1. **Extender la votación a dos días (propuesta recomendada por Servel).** Esta propuesta busca reducir a la mitad el flujo de votantes cada día, logrando cerrar las mesas en 9 horas y reduciendo significativamente los tiempos de espera. Sin embargo, implica costos adicionales y disminución de productividad el día sábado por cierre de algunas actividades.. Esto asumiendo una asignación del 50% de los votantes en cada día (en caso contrario, podría concentrarse un mayor flujo uno de los días generando tiempos de espera más largos).

2. **Aumentar el número de cámaras por mesa:** Esta estrategia permitiría procesar a los votantes en aproximadamente 9 horas, manteniendo la votación en un solo día y evitando los costos asociados a la extensión a dos días. Se consideran dos alternativas: (i) 4 cámaras por mesa (dos adicionales a las usadas actualmente); (ii) 3 cámaras por mesa y aumentar el número de mesas en 25%, asignando 320 votantes por mesa (similar a lo utilizado durante y previo a la pandemia). La principal dificultad de esta propuesta es habilitar un mayor número de mesas y que estas tengan espacio para incluir una cámara secreta adicional (1,76 m²).

3. **Nivelación de demanda.** Junto con aumentar el número de cámaras, se utilizan mecanismos de coordinación de los votantes para que concurran a votar en horarios distribuidos durante el día y así evitar congestión. Esto logra reducir aún más los tiempos de espera, cerrando las mesas en 9 horas y mejorando la experiencia de votación.

La costo-efectividad de las nuevas propuestas (que no fueron evaluadas por el Servel) es alta. Considerando solo las horas de trabajo de los vocales, instalar dos cámaras adicionales tiene una costo-efectividad de \$850 pesos por hora de trabajo ahorrada (reduciendo la carga de trabajo de los vocales en 1.350.000 de horas en total). Si, en cambio, por temas de espacio se opta por instalar solo una cámara adicional (3 por mesa en total) y aumentar el número de mesas en 25%, la costo-efectividad es de \$990 por hora ahorrada. Estos indicadores son muy conservadores ya que no consideran el tiempo ahorrado para el personal de apoyo y seguridad, ni tampoco el aumento de productividad al evitar el cierre de actividades el día sábado.

En resumen, aunque la propuesta de Servel de implementar la votación de dos días resuelve el problema de capacidad, nuestra propuesta alternativas de aumentar el número cámaras, junto con la nivelación de la demanda, ofrecen soluciones más eficientes y costo-efectivas, evitando los inconvenientes de extender el período de votación y optimizando el proceso electoral.

Contexto

La votación a realizarse el 27 de octubre de 2024 incluye elección de gobernadores, alcaldes, COREs y concejales, lo que involucra votar con varias papeletas evaluando un número grande de alternativas, lo cual aumenta el tiempo que los votantes tardarán en sufragar. Si la participación electoral es alta (en torno al 85% en base a las elecciones con voto obligatorio), es posible que el horario de apertura de mesas no sea suficiente para atender a todos los votantes. Para aliviar este problema el Servel ha propuesto extender el periodo de votación durante dos días (sábado 26 y domingo 27 de octubre) para asegurar que todos los votantes tengan acceso a sufragar dentro del horario establecido y evitar tiempos de espera muy largos. En este documento se presenta un análisis para evaluar la propuesta del Servel y estrategias alternativas que podrían implementarse para permitir un proceso de votación expedito.

El Proceso Actual

La Figura 1 ilustra los pasos que debe realizar un votante para sufragar. El proceso se divide en tres actividades. En el **Registro**, el votante presenta su identificación a un vocal de mesa, el cual busca al votante en el libro asignado a esa mesa. Luego, el vocal entrega las papeletas al votante para que continúe con el proceso, ingresando a una de las cámaras disponibles para **emitir su voto**. En el diseño actual, cada mesa cuenta con dos cámaras para emitir el voto. Luego de marcar sus preferencias y sellar cada uno de los votos, el votante sale de la cámara para **depositar los votos** en las urnas de la mesa. Para evitar que se produzcan aglomeraciones de personas en la mesa, el proceso actual permite un máximo de tres votantes en total realizando estas etapas (el resto de los votantes espera en fila afuera de la mesa para ser registrado).



Figura 1 - Diagrama de Flujo de Procesos para el sistema de votación.

La Figura 1 muestra los tiempos para cada una de las actividades [estimadas por el Servel](#). Estos tiempos fueron ajustados para reflejar el número de papeletas y alternativas que deben ser emitidas por los votantes. El mayor tiempo se encuentra en la etapa de **emitir el voto**, en donde el votante debe revisar muchas opciones y doblar papeletas relativamente grandes, lo cual extiende el tiempo a 300 segundos (5 minutos).

Como se discute en los argumentos presentados por Servel, el cuello de botella del proceso es el de la emisión del voto. Cada cámara puede procesar un flujo de 12 votantes por hora; con dos cámaras, el flujo máximo en este proceso es de 24 votantes por hora. Si se estima un 85% de participación de los 400 votantes asignados a una mesa, estos 340 votantes tardarían $340/24 = 14$ horas aproximadamente en ser procesados. La mesas comienzan a operar alrededor de las 9 am, con lo cual cerrarían recién a las 11pm para luego comenzar el proceso de conteo de votos, lo cual es impracticable.

Alternativas evaluadas

Propuesta Servel

El Servel analizó dos posibles soluciones:

(1) Aumentar al doble el número de mesas, reduciendo los votantes por mesa a 170 en promedio, lo cual reduce el tiempo a la mitad (7 horas) para atender a los votantes.

(2) Extender el tiempo de funcionamiento de la mesa, realizando la votación en dos días. Con esto se dispone de 18 horas en total para recibir a los votantes, que debiese ser suficiente para mantener un proceso expedito.

Servel desecha la solución (1) (duplicar el número de mesas) porque no es posible aumentar al doble el personal requerido (operación, seguridad, vocales) y los centros de votación. La solución (2) en cambio duplica el tiempo que el personal de apoyo trabaja y se ve “más factible” (habría que preguntarle a los vocales si es el caso), pero no requiere reclutar más personas ni conseguir más espacio.

Las principales desventajas de extender la votación a dos días es que se duplican las horas en que los vocales, asistentes y seguridad deben trabajar. Además, requiere cerrar algunas actividades el día sábado, lo cual puede impactar la productividad nacional. Finalmente, existe un riesgo de resguardar los votos durante la noche, aunque ya existen una experiencia similar durante la pandemia en donde no hubo mayores incidentes (pero si requiere personal de seguridad durante la noche). declarar feriado el día sábado, lo cual tiene implicancias para la productividad del país. Notar que la propuesta no indica como se planificar separar el flujo de votantes para que sea balanceado en los dos días. Si las personas se concentran el domingo como están acostumbrados, los tiempos de espera pueden aumentar y quizás no se alcanza a recibir a todos los votantes.

Nueva Propuesta: Aumentar el número de cámaras por mesa

Proponemos una tercera opción que no fue evaluada por Servel: aumentar la velocidad con que una mesa puede recibir los votantes. Como? Atacando el cuello de botella del proceso: el número de cámaras secretas. Con dos cámaras se procesan 24 votantes por hora, con 3 cámaras son 36 por hora y con 4 son 48 por hora. Hacemos notar que aumentar la velocidad con que funciona la mesa no requiere mas vocales, porque los vocales no son requeridos durante los 5 minutos que el votante está en la cámara (de lo contrario sería preocupante). El espacio requerido para instalar una cámara es 1.7 m², con lo cual instalar una o dos cámaras adicionales a las dos utilizadas actualmente se ve posible de implementar en términos de espacio.

Se consideran dos alternativas: (1) instalar 2 cámaras adicionales (4 cámaras por mesa); (2) instalar una cámara adicional (3 cámaras por mesa) y aumentar el numero de mesas en 25%, reduciendo los votantes asignados por mesa a 320, similar a lo que se usó durante y previo a la pandemia.

Uno de los factores que contribuye al tiempo de espera es la concentración del flujo de votantes en horas peak. Para aliviar este efecto, se pueden utilizar algunos mecanismos simples para incentivar que los votantes vayan a horarios menos concurridos. Por ejemplo, podría darse prioridad a votantes a ciertas horas: por ejemplo, los votantes con RUT terminado en número par tienen prioridad en el horario 9am-12pm y los impares en el horario 12-3pm (se podría hacer lo mismo con grupos etarios u otros mecanismos de segmentar a los votantes que se considere equitativo). Se evalúan también algunos escenarios en donde se nivela la demanda durante el día: 30% acude entre 9-12pm, 40% entre 12-3pm y 30% después de las 3pm.

Evaluación de las propuestas

El análisis presentado en la justificación de Servel considera un escenario optimista, porque asume que el flujo de votantes es constante y que las cámaras están utilizadas al 100%. En la práctica, los flujos de votantes

varían durante el día y se produce tiempo muerto en donde las cámaras no son utilizadas. Considerando estos factores, el tiempo requerido para procesar a los 340 votantes con el sistema actual sería aún mayor que las 14 horas estimadas.

Para incorporar estos factores en el análisis, desarrollamos un modelo de simulación que captura las fluctuaciones del proceso, generando de forma aleatoria las llegadas de votantes a la mesa y los tiempos que tarda en cada etapa. Hay dos factores importantes que se debe considerar en la simulación:

- El número de votantes que llegan a sufragar. Esto depende del número de votantes asignados a cada mesa y de la participación (probabilidad que vayan a votar). Se asume una participación de 85% con lo cual votarían efectivamente 340 personas por mesa si se asignan 400 a cada una (como es actualmente). El número de votantes que acude a votar se considera constante.
- El horario en que los votantes asisten. En general, el flujo de votantes no es homogéneo durante el día y tiende a concentrarse al mediodía. Para la simulación, consideramos que el 25% asiste entre las 9am-12m, 50% entre 12-3pm y 25% entre 3-6pm, de acuerdo a los patrones observados en elecciones anteriores (Mondschein, Olivares et al. 2022). El tiempo que transcurre entre la llegada de un votante y el siguiente tiene un patrón aleatorio que es ajustado para que durante el periodo de 9am-6pm lleguen todos los votantes calculados en el punto anterior. Mas detalle sobre la simulación de los tiempos de llegada de votantes y su variabilidad se encuentran descritos en nuestro [artículo publicado en Service Science](#).

Para cada propuesta, se corren 50 simulaciones para obtener estadísticos que sean representativos de la operación del sistema.

Los resultados se resumen en la siguiente Tabla:

Alternativa	Numero vocales	Duración [días]	Horas totales de vocales	Horas hasta cierre de mesa	Tiempo de espera (horario peak)
Propuesta Servel: votación en dos días	150,000	2	2,700,000	9.2	35 min.
Dos camaras adicionales por mesa	150,000	1	1,350,000	9.3	40-45 min.
Una camara adicional + aumentar en 25% numero de mesas	187,500	1	1,687,500	9.3	40-55 min
Idem a anterior + nivelacion de la demanda	187,500	1	2,109,375	9.2	20-25 min

La tabla muestra que todas las alternativas logran el objetivo de cerrar la mesa dentro de 9 horas desde la apertura. Tener la votación en dos días tiene un tiempo de espera bajo (asumiendo que la demanda esta perfectamente balanceada entre los dos días). Sin embargo, el tiempo de espera de las otras propuestas esta dentro de rangos razonables y logra realizar la votación en un solo día, reduciendo drásticamente el tiempo de trabajo de los vocales. Se observa que combinar el aumento de cámaras junto con nivelación de la demanda – presentado en la ultima fila de la tabla – permite reducir de forma importante los tiempos de espera los votantes, a menos de media hora.

Costo-Efectividad

Calculamos el ahorro en horas de vocales asociados a las propuestas que aumentan el número de cámaras por mesa, relativo a la propuesta de Servel de mantener el diseño de mesa actual (2 cámaras) pero operando dos días de votación.

Con 15 millones de votantes y 400 votantes/mesa, 4 vocales/mesa y 9 horas por día, corresponde a 1.350.000 horas-vocal por día. Esto es lo que ahorra instalar 4 cámaras por mesa (propuesta 4). Para la propuesta 3,

aumentar el número de mesas en 25% aumenta las horas vocal por día a 1.687.500, ahorrando 1.012.500 de horas-vocal relativo a la propuesta de Servel.

En términos de costo, construir una cámara requiere 19.4 mts de madera dimensionada para el soporte y 0.5 mts cuadrados para el tablero; fabricarla comprando los materiales en el comercio minorista cuesta \$15,000 (Ver el anexo para una esquema de la cámara secreta). La siguiente tabla calcula los costos incrementales de construcción de cámaras para cada propuesta y la costo-efectividad, medida en el costo de reducir una hora de trabajo de los vocales de mesa.

	Reducción horas vocal c/r a propuesta Servel	Costo camaras adicionales (\$MM)	Costo efectividad [\$/horas vocal]
4 camaras por mesa	1350000	\$1,144.95	\$848
3 cámaras + aumentar 25% mesas	1012500	\$1,001.83	\$989

Esto es, si valoramos la hora de un vocal en más de \$1000 pesos, ambas propuestas son costo efectivas. Notar que esto es un cálculo muy conservador, ya que **no considera el ahorro de tiempo del personal de apoyo y seguridad**, ni tampoco el costo en la productividad nacional de cerrar actividades el día sábado. Si es factible instalar 4 cámaras por mesa, esa es la propuesta más costo efectiva.

Conclusión

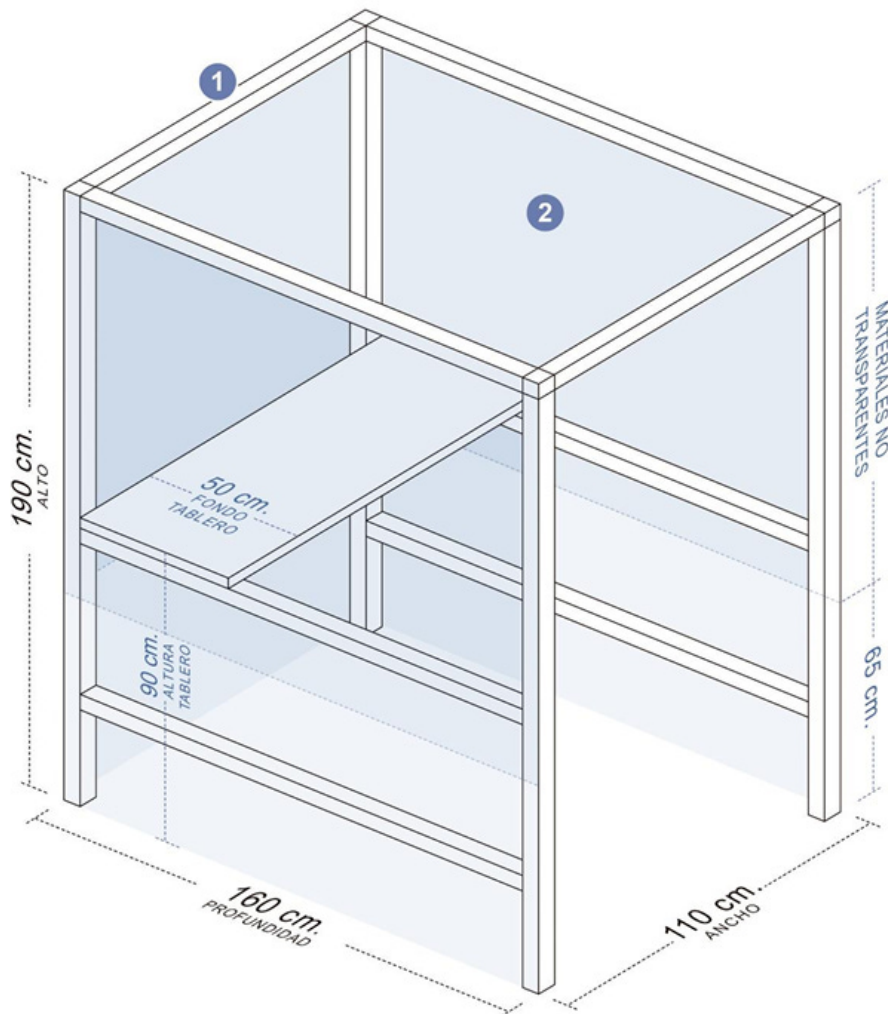
El aumento de participación causado por el voto obligatorio genera complicaciones para llevar a cabo procesos de votación que involucran múltiples elecciones, como es el caso de la elección del 27 de octubre. La propuesta de Servel –extender la votación por dos días– logra el objetivo de implementar el proceso con mesas abiertas en horario 9am-6pm. Sin embargo, esto requiere duplicar el número de horas de trabajo de vocales, personal de apoyo y seguridad, y aumenta el riesgo al tener que resguardar

los votos durante la noche. Más aún, tiene costos asociados a reducir la productividad asociada a perder el día sábado (considerado día hábil).

El análisis descrito presenta soluciones alternativas que buscan aumentar la capacidad del sistema atacando el cuello de botella: la cámara donde se realiza el sufragio de manera secreta. Aumentar de 2 a 4 cámaras por mesa soluciona el problema, logrando cerrar las mesas en 9 horas. Si no es posible instalar dos cámaras por temas de espacio, se consigue un resultado similar aumentando solo en una cámara (2 a 3, 1.7 m² adicionales) y aumentando el número de mesas en un 25% (con 320 votantes por mesa, similar a lo que se usaba durante y antes de la pandemia). Si esto se complementa con mecanismos para coordinar el flujo de votantes fuera de horarios peak, el tiempo de espera se reduce considerablemente, logrando resultados incluso mejores que los obtenidos en la votación de dos días.

ANEXO:

Esquema para construcción de cámara secreta



1	MARCOS DE MADERA O PERFILES METÁLICOS.
2	PLANCHAS DE MADERA SÓLIDA O AGLOMERADA, PLÁSTICO O LONA OSCURA Y OPACA.
3	TABLERO DE SUPERFICIE FIJA SÓLIDA.

Fuente: Servel, Resolución 0470, 18 julio de 2022.