

VPN Y ANÁLISIS DE OPCIONES REALES PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL DESPLIEGUE DE SISTEMAS DE MEDICIÓN INTELIGENTE: APLICACIÓN A DISTRIBUIDORAS ARGENTINAS

Víctor Zurita^{1*}, Juan Palomeque^{1**}, Rodrigo Martínez Smith^{2***}

¹BA Energy Solutions SA, Buenos Aires, Argentina

²BA Energy Solutions SA, Misiones, Argentina

*victor.zurita@baenergysolutions.com, **juan.palomeque@baenergysolutions.com, ***rodrigo.martinez@baenergysolutions.com

Palabras clave: MEDICIÓN INTELIGENTE, ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO, OPCIONES REALES, PÉRDIDAS NO TÉCNICAS, REGULACIÓN ELÉCTRICA

Resumen

El despliegue masivo de Sistemas de Medición Inteligente (SMI) es condición habilitante de la transición energética y de la modernización del rol del operador de red de distribución (DSO). En Argentina, si bien comienza a haber avances, aún no se han establecido lineamientos generales para adoptar el análisis costo-beneficio (ACB) como metodología para la evaluación económica del despliegue de SMI. Este trabajo propone un marco dual que combina el Valor Presente Neto (VPN) con el Análisis de Opciones Reales (ROA), el cual permite valorar la opción de realizar primero un piloto y luego el despliegue global. Ambos modelos se aplican al sector residencial, utilizando datos públicos y diferenciando cuatro perfiles de distribuidoras: Grande, Mediano, Pequeño y Cooperativa. Según el VPN, el despliegue masivo resultaría viable en todos los perfiles excepto en el Pequeño (área dispersa y bajas pérdidas). Por su lado, el ROA evalúa un piloto de cuatro años (sobre el 2% de los clientes), y luego el despliegue masivo, y obtiene un valor neto de la opción positivo en los cuatro perfiles, incluso donde el VPN rechaza el proyecto. Finalmente, se propone un indicador de densidad de pérdidas recuperables (δ), que permite dimensionar si el despliegue es viable.

1 Introducción

El Sistema de Medición Inteligente (SMI) constituye uno de los pilares de la modernización de las redes de distribución: habilita telelectura, detección de pérdidas no técnicas (PNT), gestión remota de cortes y reconexiones, tarifas dinámicas y, en un estadio más avanzado, la integración de generación distribuida y respuesta de la demanda. Como referencia, el Banco Interamericano de Desarrollo [1] identifica tres hitos claves a considerar dentro de un proceso de despliegue masivo en la región: realizar un ACB que estudie viabilidad económica, definir una estrategia nacional con objetivos específicos y diseñar un ambiente regulatorio robusto.

La experiencia regional muestra que Brasil condiciona el despliegue a un ACB positivo y avanza por etapas [3]. Perú, tras años de postergación, recién en 2026 habilitó el despliegue masivo, también sujeto a ACB [4]. Colombia fijó metas nacionales (75% de usuarios a 2030) cuya regulación aún se está definiendo. Chile, en el extremo opuesto, intentó un recambio masivo obligatorio que debió revertirse a voluntario ante el rechazo social, ilustrando el costo de una decisión adoptada sin escalonamiento. Argentina presenta un panorama heterogéneo frente a esas condiciones. Mientras EPEC avanza en Córdoba con más de 270.000 medidores instalados, en el resto de las provincias aún no hay avances significativos. En 2024 el ENRE emitió resoluciones, creando el Comité de

Estudio de Redes Inteligentes y un mecanismo de financiamiento por fideicomiso para el AMBA [2], sin embargo, en el resto aún persiste un vacío en cuanto a definir un ACB explícito y replicable, y en cuanto a señales tarifarias de recupero del CAPEX (exceptuando las tarifas por banda horaria autorizadas por ERSep en Córdoba). En este contexto, este trabajo analiza un marco dual para el ACB que resulta adecuado para evaluar el despliegue de SMI considerando la heterogeneidad de las distribuidoras y la incertidumbre regulatoria y tecnológica local. La hipótesis central es que el VPN clásico puede resultar insuficiente al evaluar económicamente el despliegue masivo en contextos de alta incertidumbre, mientras que el ROA resulta útil para capturar el valor de realizar el despliegue por etapas (evaluar resultado del piloto y luego escalar) generando información valiosa para la distribuidora y el regulador. El trabajo hace dos contribuciones: (i) presenta un marco dual VPN+ROA aplicado con datos públicos a cuatro perfiles representativos del sector argentino, con una recomendación sobre el dimensionamiento del piloto; y (ii) calcula un indicador de densidad de pérdidas recuperables (δ), que muestra que la viabilidad no depende del tamaño de la distribuidora sino de la energía recuperable por cliente.

2 Marco teórico

2.1 VPN y ROA en la evaluación de proyectos AMI

El VPN es la metodología más extendida en la práctica regulatoria, por ejemplo, utilizada por la Comisión Europea [7]. Su fortaleza es la simplicidad y la trazabilidad, mientras que una de sus limitaciones es que supone un único escenario de flujos esperados: plantea la decisión de invertir hoy o descartar el proyecto como disyuntiva de una vez y para siempre, y aplica una mayor tasa de descuento para incorporar mayor incertidumbre. El ROA [5, 6] extiende la teoría de opciones financieras a inversiones reales: la incertidumbre no es solo fuente de riesgo sino también de valor, en la medida en que el inversor conserve la flexibilidad de diferir, expandir o abandonar la inversión a la luz de nueva información. En SMI esa flexibilidad no es un supuesto teórico: es propia del negocio. Los costos del hardware bajan año a año, los estándares de comunicación todavía compiten entre sí y los servicios que la tecnología habilita dependen de regulaciones que aún se están definiendo. En términos sencillos, los dos criterios responden preguntas distintas. El VPN pregunta: si desplegáramos todo hoy, ¿el valor presente de los beneficios supera la inversión? El ROA pregunta: ¿cuánto vale poder esperar cuatro años (1 revisión tarifaria), pagando solo el piloto, y expandir únicamente si lo aprendido confirma que conviene?

2.2 La opción de expandir por etapas: el piloto como prima

De las opciones reales disponibles, este trabajo se concentra en la opción de expandir por etapas porque permite responder el dilema: ¿autorizar el despliegue masivo de una sola vez o exigir un piloto con hitos de revisión y luego escalar? La analogía con las opciones financieras se resume de la siguiente manera: el piloto es la prima de una opción de compra (call) sobre el despliegue del resto del universo de clientes; el subyacente (S) es el valor presente de los beneficios de esa expansión; el precio de ejercicio (K) es el CAPEX de escalar; la madurez (T) es la duración del piloto; y la volatilidad (σ) es la incertidumbre sobre el valor futuro de los beneficios [12].

3 Metodología

3.1 Datos, perfiles y dinámica del modelo

Los datos operativos provienen de ADEERA[9]; las tarifas, del relevamiento de monómicos sin impuestos del Observatorio de Tarifa Eléctrica Argentina de febrero de 2026 [10], ponderadas por el mix de energía de cada perfil y convertidas al tipo de cambio mayorista promedio del mismo mes (1.410 \$/USD [11]). El análisis se restringe al segmento residencial: los clientes y la energía de cada perfil corresponden a las bandas de consumo residencial de ADEERA. Se construyeron cuatro perfiles por promedio simple de distribuidoras adyacentes en tamaño con datos 2024 (Tabla 1). EDET y EDEA son, además, las dos distribuidoras de menores pérdidas, por lo que el perfil Pequeño debe leerse como representativo del segmento provincial de bajas pérdidas y área dispersa, no del tamaño per se (ver Sección 4.3.).

Tabla 1. Perfiles de distribuidoras

Variable	Grande	Mediano	Pequeño	Coop.
Distribuidoras	EDENOR EDESUR	EPEC EPESF	EDET EDEA	G.Cruz Barilo. Concor.
Clientes residenciales	2.658.198	1.155.903	532.867	56.022
Energía resid. (GWh/año)	9.270	3.068	1.346	140
Pérdidas totales (%)	16,9	14,4	10,0	15,1
Crec. clientes (%/año)	1,10	1,57	1,23	1,59
Crec. energía (%/año)	1,16	2,55	1,72	0,45
Área concesión (km ²)	3.971	149.509	63.981	386
Tarifa media (USD/MWh)	104,4	156,2	132,5	153,3
WACC (%)	9	10	10	10
Volatilidad σ (%)	25	25	25	25

El modelo es dinámico: los clientes y la energía residencial crecen a tasas anuales diferenciadas por perfil (Tabla 1), el CAPEX se vincula a los clientes de cada año, despliegue inicial en el año 0 más la instalación de medidores a los clientes nuevos de cada año, y los beneficios se calculan sobre los clientes y la energía del año corriente. La volatilidad σ se estimó mediante simulación de Monte Carlo sobre el propio modelo (1.000 iteraciones, semilla fija), contemplando las siguientes fuentes de incertidumbre: la tarifa en dólares como camino aleatorio con desvío anual del 24%; la tasa de recuperación de PNT, con desvío anual acotada entre 20% y 80%, y el crecimiento de la energía como shock triangular de ± 1 punto porcentual. La σ anual de cada perfil se obtuvo como el desvío del retorno logarítmico a un período del subyacente [13] y promedia 25%, valor que se adopta en forma uniforme para los cuatro perfiles (Tabla 1).

3.2 Costos y beneficios

Los costos considerados fueron los siguientes: medidor inteligente (USD 80/u) e instalación (USD 15/u); comunicaciones diferenciadas por densidad de la concesión (USD 18/u Grande, 28 Mediano, 42 Pequeño, 24 Cooperativa); MDMS y ciberseguridad (USD 10/u); costos de transición (10% del CAPEX); y OPEX incremental del 3,0% anual del CAPEX acumulado. El CAPEX por usuario obtenido fue de USD 135 Grande/ USD 146 Mediano / USD 162 Pequeño y USD 142 Cooperativa. Por su lado, se consideraron cinco componentes de beneficio, y dos beneficiarios, según el enfoque multi-actor [7], los cuales se indican a continuación:

-A (empresa): facturación a tarifa media de la energía recuperada de PNT. Se asume que el 40% de las pérdidas totales es no técnico y recuperable, y que la tasa de recuperación, una vez completado el despliegue, difiere según

el perfil de distribuidora (70% urbana densa, 70% mixta y cooperativas, 60% rural dispersa [1, 8]); la recuperación sigue un sendero gradual de cinco años (20/40/60/80/100% del régimen), aplicado sobre la energía residencial de cada año.

-B (empresa): ahorro de lectura manual, 5 USD/medidor/año.

-C (empresa): reducción de operaciones de corte y reconexión en campo (8% de los clientes por año, USD 20 por visita evitada).

-D (usuario): reducción del 2% del consumo residencial por retroalimentación de información (piso del rango internacional de 2-5% [1]), valuada a tarifa media.

-E (usuario): reducción de reclamos (0,4 reclamos/cliente/año, 30% de reducción, USD 20 por gestión).

Se excluyeron deliberadamente los beneficios habilitados de largo plazo (tarifas dinámicas, respuesta de la demanda, diferimiento de inversiones) ya que no ingresan como flujos al VPN, aunque el ROA los recoge implícitamente como el valor potencial de la opción de expandir.

3.3 VPN clásico

Se construyó un flujo de fondos a 15 años por perfil, con despliegue completo en el año 0, CAPEX incremental por clientes nuevos, beneficios con sendero de PNT y OPEX sobre CAPEX acumulado. El WACC se diferencia por jurisdicción: 9% real en dólares para las distribuidoras metropolitanas bajo el ENRE y 10% para las provinciales y cooperativas. Se reportan VPN, TIR y la relación Beneficio-Costo (B/C, valor presente de beneficios sobre CAPEX más valor presente del OPEX) en Tabla 3.

3.4 ROA: árbol binomial de cuatro períodos

El piloto se modela como una opción de compra europea sobre el despliegue del universo restante de clientes. Su duración y la madurez de la opción, se fija en cuatro años, según ciclo de revisiones tarifarias integrales argentinas (cuatro a cinco años según jurisdicción): el piloto se lanza al inicio del período tarifario y la decisión de escalamiento se formaliza en la revisión siguiente. El costo del diferimiento está modelado explícitamente, la expansión se decide en el año 4 sobre los clientes de ese año, sus beneficios corren de los años 5 a 19 (vida útil de 15 años desde la instalación) con el sendero de PNT reiniciado, y K es el CAPEX de la expansión en el año 4. El tamaño del piloto se fija en el 2% del universo residencial (53.200 Grande; 23.100 Mediano; 10.700 Pequeño; 1.100 Cooperativa) y su sensibilidad se analiza en la Sección 4.2. La prima de la opción es el costo total del piloto: su CAPEX más el valor presente de su OPEX durante los cuatro años.

Para responder ¿cuánto vale poder esperar cuatro años pagando solo el piloto y expandir únicamente si lo aprendido confirma que conviene? el ROA proyecta el valor de la expansión (S_0) hacia arriba y hacia abajo año a año según su incertidumbre (σ); a cada rama se le asigna una probabilidad ajustada por riesgo, y el valor de la opción se obtiene recorriendo el árbol

desde el año 4 hacia atrás: en cada nodo se promedian los dos resultados posibles del año siguiente, ponderados por esa probabilidad y descontados a la tasa libre de riesgo [12]. En el año 4 la empresa expande solo en los escenarios en que ese valor supera la inversión requerida (K), y no invierte en los demás. El valor de hoy de esa regla de decisión es C_0 , y la comparación con el costo del piloto define el Valor Neto de la Opción: $VNO = C_0 - \text{prima}$. Si el VNO es positivo, el piloto "se paga solo". En la Tabla 2 se resumen los términos utilizados.

Tabla 2. Glosario mínimo de opciones reales aplicadas

Término	Definición operativa
Opción real	Derecho, sin obligación, de tomar una decisión de inversión futura (expandir, diferir, abandonar) con más información.
Prima (piloto)	Lo que se paga hoy por adquirir ese derecho: CAPEX del piloto más el VP de su OPEX.
Subyacente S_0	Valor presente, a hoy, de los beneficios netos que generaría la expansión.
Precio de ejercicio K	Inversión necesaria para expandir al resto del universo en el año 4.
Madurez T	Plazo hasta la decisión de expandir: la duración del piloto (4 años).
Volatilidad σ	Cuánto puede variar el valor de la expansión (tarifa, recuperación de PNT, costos).
Árbol binomial	Técnica de cálculo: proyecta S_0 subiendo (u) o bajando (d) cada año y evalúa la decisión al final de cada camino.
C_0 : valor de la opción	Promedio ponderado y descontado de los escenarios en que conviene expandir; lo máximo que valdría pagar por el piloto.
VNO	C_0 menos la prima. Si es positivo, el piloto se autofinancia como compra de información.
Moneyness (relación S_0/K)	Qué tan cerca está la expansión de convenir por sí sola: >1 conviene ya; muy por debajo de 1, solo el piloto se justifica.

Siguiendo a Trigeorgis [6] para activos no transables, el subyacente se estima con flujos descontados al costo de capital y el árbol se resuelve a la tasa libre de riesgo, como aproximación conservadora.

3.5 El indicador δ : densidad de pérdidas recuperables

Los dos términos dominantes del ACB escalan con variables distintas: el CAPEX crece con la cantidad de medidores instalados, mientras que el beneficio principal (Componente A) crece con la energía recuperable por cliente. La literatura reconoce además que la reducción de PNT es el principal driver del caso de negocio AMI en mercados emergentes [8]. Esta asimetría permite condensar el caso de negocio en un único indicador por cliente.

Definiendo δ como la energía anual recuperable de pérdidas no técnicas por cliente: $\delta = \text{consumo residencial medio por cliente} \times \text{pérdidas totales} \times \text{fracción no técnica} \times \text{tasa de recuperación}$

[kWh/cliente/año]. Su valor monetario es $\delta\$ = \delta \times \text{tarifa media}$, que equivale al Componente A expresado por cliente.

De la comparación entre $\delta\$$ y el costo por cliente surge un umbral de repago δ^* : la anualidad del CAPEX por usuario más su OPEX, neta de los demás beneficios por cliente, expresada en kWh valorizados a tarifa media. Si una distribuidora presenta $\delta < \delta^*$, el medidor no se autofinancia con los ingresos provenientes de la recuperación de pérdidas y el proyecto requiere otras fuentes de ingresos; si $\delta > \delta^*$, la recuperación de pérdidas cubre el costo residual del medidor una vez computados los demás beneficios, y el caso de negocio se sostiene. El atractivo de δ es su facilidad de cálculo: el consumo medio, las pérdidas y tarifas son datos públicos para cualquier distribuidora. Esto lo convierte en una herramienta previa al ACB que permite ordenar distribuidoras y priorizar dónde profundizar el análisis, antes avanzar con una modelización más completa.

4 Resultados

4.1 VPN clásico

Los resultados del VPN se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3. Resultados del VPN clásico.

Indicador	Grande	Mediano	Pequeño	Coop.
CAPEX por usuario (USD/u)	135,3	146,3	161,7	141,9
CAPEX año 0 (MUSD)	359,7	169,1	86,2	7,9
Benef. anual régimen (MUSD)	94,3	44,0	13,6	1,9
VPN (MUSD)	+207,3	+79,0	-17,3	+2,2
TIR (%)	16,6	16,3	6,7	14,1
Relación B/C	1,43	1,34	0,85	1,20
Decisión VPN	VIABLE	VIABLE	NO VIABLE	VIABLE marginal

Tres lecturas se desprenden de la Tabla 3. Primera, los perfiles Grande y Mediano son robustamente viables: pérdidas altas y escala justifican el despliegue directo. Segunda, la Cooperativa resulta viable, aunque marginal (VPN +2,2 MUSD; TIR 14,1%): su restricción no es de rentabilidad sino de acceso al financiamiento y capacidad técnica. Por último, el Pequeño es el único perfil con VPN negativo, y lo es con claridad (TIR 6,7% contra un WACC de 10%; B/C 0,85): en área dispersa y con bajas pérdidas, el medidor no se paga con los beneficios directos. De esta manera, que el VPN rechace al Pequeño habilita la pregunta de si conviene pagar por aprender antes de descartar el despliegue, que es la que el ROA responde a continuación.

4.2 ROA: el piloto como opción

Los resultados del VNO se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4. Resultados del ROA.

Parámetro	Grande	Mediano	Pequeño	Coop.
S ₀ : VP expansión (MUSD)	412,1	183,0	49,2	7,0
K: CAPEX año 4 (MUSD)	368,2	176,4	88,7	8,3
Ratio S ₀ /K	1,12	1,04	0,55	0,84
C ₀ : valor opción (MUSD)	131,6	50,6	2,8	1,4
Prima piloto 2% (MUSD)	7,9	3,7	1,9	0,2
VNO piloto 2% (MUSD)	+123,7	+46,9	+0,9	+1,2
VNO piloto 10% (MUSD)	+81,4	+28,0	-6,9	+0,4
Prima flexibilidad (MUSD)	33,3	17,9	2,8	1,4

El resultado central tiene dos partes. Primera, con el piloto del 2% el VNO es positivo en los cuatro perfiles: incluso en el Pequeño, donde el VPN rechaza el proyecto, la opción vale más que su prima ($C_0 = 2,8$ contra 1,9 MUSD), el piloto se autofinancia como compra de información. Segunda, el tamaño del piloto es relevante: si fuera del 10% del universo, el VNO del Pequeño se vuelve negativo (-6,9 MUSD), porque cada punto porcentual adicional de universo piloteado encarece la prima sin agregar valor de opción. Existe, entonces, un tamaño máximo eficiente del piloto donde δ es bajo, y la regla uniforme del 10% resulta subóptima precisamente donde el piloto más se necesita. En la Tabla 5 se comparan ambos criterios.

Tabla 5. Comparación de criterios VPN y ROA por perfil.

Criterio	Grande	Mediano	Pequeño	Coop.
VPN: invertir todo hoy (MUSD)	+207,3	+79,0	-17,3	+2,2
Decisión con VPN	Desplegar	Desplegar	Rechazar	Desplegar (marginal)
VNO: piloto 2% (MUSD)	+123,7	+46,9	+0,9	+1,2
Decisión con ROA	Piloto y escalar	Piloto y escalar	Piloto: pagar por aprender	Piloto y escalar

4.3 Pequeño vs. Cooperativa: por qué diverge la viabilidad

El contraste entre los dos perfiles es evidencia del determinante estructural de la viabilidad. Del lado de los beneficios, el Pequeño registra las pérdidas más bajas de la muestra (10,0% contra 15,1% de las cooperativas): paradójicamente, la eficiencia en pérdidas reduce el beneficio principal del SMI. Su tasa de recuperación alcanzable es además la menor (60% en red rural dispersa contra 70% urbana) y su tarifa media es inferior (132,5 contra 153,3 USD/MWh). El resultado es que cada medidor recupera energía por apenas 8,0 USD/cliente/año contra 16,2 en la cooperativa (Tabla 6). Del lado de los costos, el Pequeño es el más caro de conectar: con una concesión de 64.000 km², las comunicaciones cuestan 42 USD/usuario contra 24 en las cooperativas, núcleos urbanos compactos de menos de 400 km²; y su CAPEX unitario es el mayor de la muestra (161,7 contra 141,9 USD/u). En síntesis: la cooperativa combina pérdidas urbanas altas, red densa y más barata de comunicar y tarifa alta; el Pequeño presenta la combinación opuesta en cada término.

4.4 El determinante de la viabilidad: δ , no el tamaño

La Tabla 6 ilustra que el determinante de la viabilidad no es la escala sino δ :

Tabla 6. Densidad de pérdidas recuperables

Indicador	Grande	Mediano	Pequeño	Coop.
δ (kWh/cliente/año)	165	107	61	106
$\delta\$$ (USD/cliente/año)	17,2	16,7	8,0	16,2
δ^* : umbral (kWh/cl/año)	42	38	77	40
Margen: $\delta - \delta^*$	+123	+69	-16	+66

Los perfiles Grande, Mediano y Cooperativa presentan márgenes positivos holgados; el Pequeño queda 16 kWh/cliente/año por debajo de su umbral, que es exactamente lo que refleja su VPN negativo. La evidencia de la Cooperativa es concluyente contra la hipótesis del tamaño: con la menor escala de los cuatro perfiles, supera su umbral con margen porque combina pérdidas elevadas, tarifa alta y densidad urbana. La dispersión rural, en cambio, deteriora simultáneamente los tres factores de δ y eleva δ^* vía costos de conectividad. Formalmente, $\delta > \delta^*$ es el criterio VPN ≥ 0 reescrito por cliente, y el cociente δ/δ^* mide la moneyness del proyecto, el análogo por cliente del ratio S_0/K : cuando δ supera holgadamente el umbral, el ROA no cambia la decisión; cuando δ está en el entorno de δ^* , el valor temporal domina y el criterio de opción es el único que discrimina.

5 Recomendaciones de política regulatoria

Del análisis realizado y los resultados obtenidos, se desprenden algunas recomendaciones de política regulatoria que se consideran relevantes para el debate público:

Primera: El VPN es una metodología adecuada y ampliamente utilizada, pero podría resultar insuficiente como criterio único en casos donde el criterio resulte ambiguo o no concluyente. Adoptar el ROA como metodología complementaria del ACB de proyectos SMI puede ayudar a definir de mejor manera las decisiones de despliegue. Segunda: no resultaría adecuado establecer el dimensionamiento del piloto en un porcentaje fijo para todas las distribuidoras, sino por perfil, (un piloto del 2-3% del universo de clientes puede resultar viable donde uno del 10% no). Tercera: fijar estándares técnicos nacionales (protocolos de comunicación, formato de datos, interoperabilidad MDMS) ayuda a reducir la incertidumbre regulatoria y permite estimar de mejor manera costos y beneficios del despliegue. A nivel nacional, se puede considerar el caso EPEC como referencia de diseño y evaluación de resultados.

6 Conclusiones

Este trabajo propone y aplica un marco metodológico dual VPN complementado con ROA de la opción de expandir en etapas, para la evaluación económica del despliegue de SMI en Argentina, utilizando datos públicos del segmento residencial. El primer resultado es que la política óptima no puede ser

uniforme: el VPN arroja decisiones diferentes entre perfiles, y el ROA muestra que un piloto de cuatro años correctamente dimensionado (2% del universo) tiene valor neto positivo en los cuatro perfiles, incluso donde el VPN rechaza el proyecto. De allí se deriva una recomendación a ser considerada: el tamaño del piloto debe definirse por perfil y su calendario debe calzar con el ciclo de revisiones tarifarias. El segundo resultado es la identificación del determinante estructural de la viabilidad: no es el tamaño de la distribuidora sino la densidad de pérdidas recuperables (indicador δ). El perfil Cooperativa, el más chico, es viable; el Pequeño, quinta y sexta distribuidoras del país, es el único inviable, porque la dispersión rural y las bajas pérdidas deterioran simultáneamente los tres factores de δ , dificultando que la recuperación de pérdidas cubra el costo residual del medidor.

Como todo ejercicio de modelado, el análisis tiene limitaciones (supuestos, criterios o información utilizada) que es recomendable explorar en futuros trabajos, entre ellas: incorporar los beneficios de largo plazo excluidos del análisis u otros beneficios relevantes, alinear las tasas de recuperación de pérdidas con la evidencia de los pilotos en curso (EPEC) y/o extender el análisis a los segmentos no residenciales.

7 Referencias

- [1] Banco Interamericano de Desarrollo (BID): "La medición inteligente en América Latina y el Caribe: recomendaciones regulatorias para incentivar el despliegue de la medición inteligente a nivel nacional", Washington DC, 2023
- [2] Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE): Resoluciones N° 85, 100, 222 y 522/2024, Buenos Aires, 2024
- [3] Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL): Consulta Pública N° 1/2026 - requisitos de sistemas de medición inteligente, Brasilia, 2026
- [4] Ministerio de Energía y Minas del Perú (MINEM): Decreto Supremo N° 018-2016-EM y disposiciones de reconocimiento de costos de despliegue, Lima, 2016-2026
- [5] Dixit, A.K., Pindyck, R.S.: "Investment under Uncertainty" (Princeton University Press, 1994)
- [6] Trigeorgis, L.: "Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation" (MIT Press, 1996)
- [7] Comisión Europea: Directivas 2012/27/UE y (UE) 2019/944 evaluación económica de sistemas de medición inteligente
- [8] Banco Mundial - ESMAP: "Reducing Technical and Non-Technical Losses in the Power Sector", Washington DC, 2016
- [9] ADEERA: "Datos Característicos de las Empresas Distribuidoras 2024", Buenos Aires, 2025
- [10] Observatorio de Tarifa Eléctrica Argentina (OTEA): "Relevamiento de monómicos sin impuestos", febrero 2026
- [11] Banco Central de la República Argentina (BCRA): tipo de cambio mayorista Com. A3500, febrero 2026
- [12] Cox, J.C., Ross, S.A., Rubinstein, M.: "Option pricing: a simplified approach", Journal of Financial Economics, 1979, 7, (3), pp. 229-263
- [13] Copeland, T., Antikarov, V.: "Real Options: A Practitioner's Guide" (Texere, New York, 2001)