

Plan de negocio para la obtención de oro, aprovechando los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE'S); caso de estudio celulares

Helen Monserrat Leyva-Martínez ¹, Saúl Hernández-Islas ^{2,*}

¹ Pasante de la Carrera de Ing. Ambiental, IPN-UIPIB, Ciudad de México, México

² Departamento de Bioingeniería, IPN-UIPIB, Ciudad de México, México

* Autor de correspondencia: saulhernandezislas@yahoo.com.mx; Tel.: 52 5540135353

Desarrollo Sustentable (Economía Circular)

Recibido: 29 de mayo de 2025

Aceptado: 13 de julio de 2025

Publicado: 25 de febrero de 2026

DOI: <https://doi.org/10.56845/terys.v5i1.462>

Resumen: El presente proyecto aborda la problemática del manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE'S), destacando su impacto ambiental y social, así como la necesidad de implementar soluciones sostenibles. En el contexto de la obsolescencia programada y el creciente consumismo, el manejo inadecuado de estos residuos ha generado problemas significativos, como la contaminación por metales pesados y otros componentes tóxicos. Estos elementos afectan tanto al medio ambiente como a la salud humana, particularmente en países como México, donde el reciclaje de RAEE es insuficiente. La propuesta se centra en la creación de ECOGOLD, una empresa de minería urbana enfocada en la extracción de metales preciosos, como el oro, a partir de dispositivos electrónicos obsoletos, principalmente teléfonos móviles. Este modelo de negocio busca aprovechar la recuperación de materiales valiosos mediante procesos eficientes y sostenibles, contribuyendo a la economía circular. La visión de ECOGOLD es convertirse en un referente nacional en la gestión de RAEE, destacando por su innovación y compromiso ambiental. Para lograr esto, se ha desarrollado un enfoque técnico que incluye procesos como la trituración, separación mediante corrientes de Foucault, separación magnética de alta intensidad y lixiviación ácida, optimizando la recuperación de oro y minimizando el impacto ambiental. La propuesta integra un análisis de mercado que identifica como principales clientes a empresas del sector tecnológico y electrónico, quienes utilizan el oro en la fabricación de productos-, adicionalmente se resalta la importancia de implementar tecnologías de control ambiental, como lavadores de gases (scrubber) y sistemas de contención, para mitigar emisiones de gases tóxicos y proteger los recursos naturales. La extracción de oro a partir de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) mediante el método de extracción electroquímica representa una opción viable desde el punto de vista ambiental, social y económico.

Palabras clave: reciclaje, RAEE'S, economía circular, obsolescencia programada, impacto ambiental

Business plan for extracting gold from waste electrical and electronic equipment (RAEE); cell phone case study

Abstract: This project addresses the issue of waste electrical and electronic equipment (WEEE) management, highlighting its environmental and social impact, as well as the need to implement sustainable solutions. In the context of planned obsolescence and growing consumerism, the improper management of this waste has generated significant problems, such as contamination by heavy metals and other toxic components. These elements affect both the environment and human health, particularly in countries like Mexico, where WEEE recycling is insufficient. The proposal focuses on the creation of ECOGOLD, an urban mining company focused on the extraction of precious metals, such as gold, from obsolete electronic devices, primarily mobile phones. This business model seeks to leverage the recovery of valuable materials through efficient and sustainable processes, contributing to the circular economy. ECOGOLD's vision is to become a national benchmark in WEEE management, standing out for its innovation and environmental commitment. To achieve this, a technical approach has been developed that includes processes such as crushing, eddy current separation, high-intensity magnetic separation, and acid leaching, optimizing gold recovery and minimizing environmental impact. The proposal integrates a market analysis that identifies its main clients as companies in the technology and electronics sectors, which use gold in the manufacture of products. Additionally, it highlights the importance of implementing environmental control technologies, such as gas scrubbers and containment systems, to mitigate toxic gas emissions and protect natural resources. Extracting gold from waste electrical and electronic equipment (RAEE) using the electrochemical extraction method represents a viable option from an environmental, social, and economic perspective.

Keywords: recycling, RAEE, circular economy, planned obsolescence, environmental impact

Introducción

En un contexto global de creciente demanda de productos electrónicos, el volumen de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) ha alcanzado niveles alarmantes. En México, se generan aproximadamente más de 1.1 millones de toneladas de RAEE al año (SEMARNAT, 2020), de las cuales un porcentaje significativo no recibe tratamiento adecuado. Estos desechos contienen metales valiosos como el oro, utilizado en componentes electrónicos debido a sus propiedades de conducción y resistencia a la corrosión. Sin embargo, solo un porcentaje muy bajo de este metal se recupera, mientras que el resto se pierde en vertederos o se maneja de forma ineficiente. Esto genera una problemática medioambiental y económica, donde la falta de reciclaje adecuado no solo incrementa los desechos tóxicos, sino que también desaprovecha recursos valiosos que podrían reintegrarse a la economía mediante prácticas de economía circular. La contaminación por residuos no conoce fronteras, por lo que redundo en interés de todos comprometerse con la prevención de residuos e invertir en su gestión allí donde falte. (UNEP, 2024). En este contexto, surge ECOGOLD, una empresa mexicana enfocada en la recuperación de oro y otros metales preciosos a partir de RAEE en el estado de Jalisco. Su objetivo principal es contribuir a la economía circular a través de métodos de reciclaje electroquímico que permiten extraer el oro de manera eficiente y sostenible. Con un enfoque de minería urbana, ECOGOLD ofrece una solución innovadora que no solo reduce el impacto ambiental de los desechos electrónicos, sino que también provee a la industria tecnológica y de joyería de materiales de origen reciclado, apoyando sus esfuerzos de sostenibilidad. (RECYEL, 2025).

ECOGOLD se posiciona, así como una respuesta innovadora y responsable ante el problema de los RAEE en México, promoviendo un ciclo de vida extendido para los materiales y brindando una alternativa rentable y sostenible para los sectores que requieren metales preciosos. La empresa busca impactar positivamente en el medio ambiente y contribuir a un modelo de desarrollo económico más respetuoso con el entorno y alineado con las metas de sostenibilidad internacional.

El impacto ambiental de los RAEE es prolongado y significativo. Los componentes que contienen metales valiosos, como el oro y el cobre, podrían recuperarse y reutilizarse; sin embargo, su potencial se desperdicia cuando no se reciclan adecuadamente, lo cual implica una pérdida de recursos y una mayor necesidad de extraer estos materiales de la naturaleza, contribuyendo al cambio climático por el aumento en la emisión de gases de efecto invernadero. A su vez, el proceso de fabricación de nuevos productos electrónicos demanda grandes cantidades de energía y materias primas, lo que presiona aún más los recursos naturales. Desde el punto de vista social, el mal manejo de los RAEE genera desigualdades y pone en riesgo la salud de quienes trabajan en el reciclaje informal. En países en desarrollo, los residuos electrónicos suelen exportarse a vertederos informales donde los trabajadores, incluidos niños, realizan tareas de reciclaje en condiciones peligrosas y sin las protecciones necesarias. Estas prácticas exponen a las comunidades más vulnerables a la toxicidad de los componentes de los RAEE, perpetuando un ciclo de pobreza y explotación.

Frente a esta problemática, la creación de empresas comprometidas con el reciclaje de residuos electrónicos, como ECOGOLD, se vuelve indispensable. A través de un enfoque de minería urbana y la recuperación de metales preciosos a partir de RAEE, ECOGOLD representa una alternativa sostenible que contribuye a mitigar el impacto ambiental y social de la obsolescencia programada y el consumismo. Su compromiso con la economía circular no solo disminuye la contaminación, sino que también proporciona materiales de origen reciclado a industrias como la tecnológica y la joyera, promoviendo una cadena de suministro más ética y sostenible.

Materiales y Métodos

El presente proyecto se llevó a cabo siguiendo el protocolo para conformar un Plan de Negocio:

- Identificación de la Problemática
- Justificación
- Objetivo General y Objetivos Específicos
- **Estudio de Mercado:** Definición del Producto o servicio, Investigación de las cantidades de demanda y oferta en el contexto del mercado de los celulares y de su reciclaje, Proyecciones a futuro, Modelo Canvas, Benchmarking, determinación de Demanda Potencial Insatisfecha, Determinación de capacidad de planta.

- **Estudio Técnico:** Una vez determinada la capacidad de la planta se procede a trabajar en la ingeniería básica e Ingeniería de detalle, dimensionando cada área, cada departamento, cada operación unitaria. Se determinan las características de la maquinaria, equipo e instalaciones necesarias para recuperar oro de celulares de acuerdo con la capacidad de la planta fijada.

Es importante mencionar que cada proceso implementado cumple con los principios de “Producción más limpia”. En este contexto se selecciona el PROCESO HIDROMETALÚRGICO (LIXIVIACIÓN DINÁMICA ÁCIDA), que acuerdo con Ramírez (2008) el proceso hidrometalúrgico empleado para la extracción de oro de celulares es el más efectivo donde utiliza un sistema de lixiviación dinámica con oxígeno y ácido sulfúrico.

- **Estudio Económico:** Se determina el Costo de Producción (Mano de obra, materias primas, insumos, costos indirectos, calidad, mantenimiento, depreciación y amortización), para posteriormente obtener el costo total de operación (costo de administración más costo de ventas (vender, mercadear, publicitar). También se determina y gráfica el punto de equilibrio.
- **Estudio Financiero:** Se determina el Estado de Resultados Proforma, la TMAR, TIR y VPN, así como se realiza el Análisis de Sensibilidad.

Por último, se presentan las conclusiones sobre si es viable desde el punto de vista ambiental, social y económico el invertir en este modelo de negocio.

Resultados y Discusión

Descripción general de ECOGOLD

ECOGOLD es una empresa dedicada a la minería urbana, especializada en la extracción de oro a partir de residuos electrónicos, particularmente de dispositivos móviles en desuso. Enfocada en la región de Jalisco, México, ECOGOLD se compromete a promover una economía circular a través del reciclaje y la recuperación de materiales valiosos que, de otra forma, terminarían como residuos contaminantes. Como una empresa socialmente responsable, ECOGOLD emplea métodos innovadores de extracción para asegurar un proceso eficiente y seguro para el medio ambiente. La empresa no solo busca minimizar el impacto ecológico asociado con los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, sino también satisfacer la demanda de metales preciosos de sectores como el tecnológico. ECOGOLD se orienta a ofrecer una alternativa sostenible y ética en la cadena de suministro de estos sectores, contribuyendo así a la conservación de recursos naturales y la reducción de la explotación minera tradicional.



Figura 1. Logotipo de ECOGOLD

Descripción del servicio

El servicio de ECOGOLD se centra en la extracción de oro a partir de componentes electrónicos reciclados en específico de teléfonos celulares en su placa base. Esta tecnología permite una recuperación precisa y eficiente del oro que contienen dispositivos como teléfonos móviles, evitando métodos contaminantes tradicionales. ECOGOLD está comprometida con un proceso ambientalmente responsable y económico, promoviendo una economía circular en el mercado de metales preciosos.

Estudio de mercado y análisis de competencia oferta

Actualmente en México existen 3 empresas líderes que se dedican al reciclaje de “Residuos Eléctricos y Electrónicos” que son: PROAMBI, REMSA y RLGA, a pesar de tener cedes en diferentes estados de la República mexicana solo se recicla el 10% de lo generado por año.

En la siguiente tabla podemos observar las toneladas generadas de RAEE's en México y el 4% de lo generado equivale a teléfonos celulares (SEMARNAT 2023).

Tabla 1. Datos registrados de las toneladas de RAEE's generados por año datos recopilados de SEMARNAT, PROAMBI

Año	SEMARNAT (ton)	Celulares (4%) (ton)
2006	256 186	10 247.44
2007	268 946	10 757.84
2008	281 705	11 268.2
2009	294 465	11 778.6
2010	307 224	12 288.96
2011	319 924	12 796.96
2012	332 624	13 304.96
2013	345 324	13 812.96
2015	370 724	14 828.96
2016	383 424	15 336.96
2017	396 124	15 844.96
2018	900 000	36 000
2019	1 100 000	44 000
2020	1 103 570	44 142.8
2021	1 211 580	48 463.2
2022	1 492 599.4	59 703.976
2023	1 676 047.4	67 041.896

Conforme a la tabla 1 se establece que en el año 2023 se generaron 67,041.90 toneladas de celulares los cuales de acuerdo con SEMARNAT (2020b), solo el 10 % son reciclados de manera formal por empresas como son PROAMBI, REMSA, RLGA como se puede apreciar en la siguiente tabla 3.

Tabla 2. Toneladas de Residuos Eléctricos y Electrónicos por las empresas de PROAMBI, REMSA y RLGA

Año	PROAMBI	REMSA	RLGA	Toneladas Totales
2012	S/I	250	S/I	250
2013	12454	1250	83.7	12454
2014	3.6	1250	80.93	1334.53
2015	13.67	1250	68.24	1331.91
2016	8.84	1250	70.5	1329.34
2017	S/I	1250	71.8	1321.8
2018	S/I	1250	72	1322

Tabla 3. Toneladas de celulares reciclados por PROAMBI, REMSA Y RLGA partiendo que el 4% de los RAEE's son celulares (periodo 2015-2021)

Año	PROAMBI	REMSA	RLGA	Toneladas Totales
2015	0.5468	50	2.73	53.28
2016	0.3536	50	2.82	53.17
2017	0.5577	50	2.87	53.43
2018	0.6625	50	2.88	53.54
2019	0.7673	50	2.95	53.72
2020	0.8721	50	3	53.87

Por lo anterior se considera entonces que anualmente en México se hace el acopio de 67,041.896 ton de celulares, pero de esta cantidad las empresas antes mencionadas recolectaran únicamente el 10% de estos dispositivos generados, dejando disponible para el aprovechamiento 60, 337.71 ton de celulares. Sin embargo, la empresa únicamente recolectara los dispositivos que son almacenados por los usuarios, siendo esta cantidad correspondiente al 40% de los celulares sin tratar (SEMARNAT, 2020b), dejándonos con la cantidad de 24,135.08 ton.

Finalmente, al ser una Pyme se tiene la capacidad para trabajar con un 2% de esta cantidad siendo así que la cantidad de dispositivos que se podrán aprovechar será de 482.70 toneladas, los datos antes mencionados se aprecian en la siguiente tabla 4, en el periodo del 2023.

Tabla 4. Datos generales de toneladas desde la generación hasta el porcentaje de propuesta

Año	Generación	Celulares (4%)	10% Reciclado por las empresas	Toneladas de celulares sin tratar	Toneladas de celulares que podemos tratar (2%)
2012	332,624.00	13,304.96	1,330.50	11,974.46	95.8
2013	345,324.00	13,812.96	1,381.30	12,431.66	99.45
2014	358,024.00	14,320.96	1,432.10	12,888.86	103.11
2015	370,724.00	14,828.96	1,482.90	13,346.06	106.77
2016	383,424.00	15,336.96	1,533.70	13,803.26	110.43
2017	396,199.70	15,847.99	1,584.80	14,263.19	114.11
2018	900,000.00	36,000.00	3,600.00	32,400.00	259.2
2019	1,100,000.00	44,000.00	4,400.00	39,600.00	316.8
2020	1,103,570.00	44,142.80	4,414.28	39,728.52	317.83
2021	1,211,580.00	48,463.20	4,846.32	43,616.88	348.94
2022	1,492,599.40	59,703.98	5,970.40	53,733.58	429.87
2023	1,676,047.40	67,041.90	6,704.19	60,337.71	482.7

Empresas como Foxconn, LG, Samsung, Flextronics, Intel, HP, Panasonic, Ericsson y Motorola, presentes en México, son potenciales clientes de ECOGOLD debido a su alta demanda de metales preciosos, como el oro, para la fabricación de sus productos electrónicos. Estas compañías, que dependen de componentes de alta calidad y sostenibilidad, podrían beneficiarse de los servicios de recuperación y reciclaje de oro que ofrece ECOGOLD, contribuyendo a sus esfuerzos por reducir el impacto ambiental y optimizar el uso de recursos en sus procesos de producción estas empresas están asentadas en Jalisco por lo que por cuestiones de logística son muy rentables.

Demanda

Demanda potencial insatisfecha

Tabla 5. Toneladas de celulares sin tratar proyección a 10 años

Año	Toneladas de celulares a tratar (2%)	g oro/toneladas de celulares	Ton oro anuales	Kg de oro anuales
2024	535.53	185,828.40	0.19	185.83
2025	588.36	204,160.67	0.2	204.16
2026	641.19	222,492.93	0.22	222.49
2027	694.02	240,825.20	0.24	240.83
2028	746.85	259,157.47	0.26	259.16
2029	799.68	277,489.74	0.28	277.49
2030	852.51	295,822.00	0.3	295.82
2031	905.34	314,154.27	0.31	314.15
2032	958.17	332,486.54	0.33	332.49
2033	1,011.01	350,818.80	0.35	350.82
2034	1,063.84	369,151.07	0.37	369.15

Estudio técnico

Tabla 6. Composición promedio de un celular

Composición de un celular promedio	%	Parte del celular
40% metales	Cobre (Cu)	15-20 (cables, circuitos impresos, conectores).
	Aluminio (Al)	05-oct (estructuras internas, carcasas).
	Hierro (Fe)	05-oct (componentes de sujeción, chasis).
0.1-0.2% metales preciosos	Oro (Au)	0.03-0.05 (contactos eléctricos, placa base y chip)
	Plata (Ag)	0.1-0.15 (circuitos)
	Paladio (Pd)	0.01 (soldaduras)
	Materiales comunes: polietileno (PE), policarbonato (PC), polipropileno (PP).	
20-25% plásticos	Principalmente utilizada en la composición de placas de circuitos impresos (PCB).	
15-20 % fibra de vidrio	Utilizadas en condensadores, aisladores y componentes especializados (por ejemplo, el recubrimiento de chips).	
10-15 % cerámica		

Diagrama de flujo

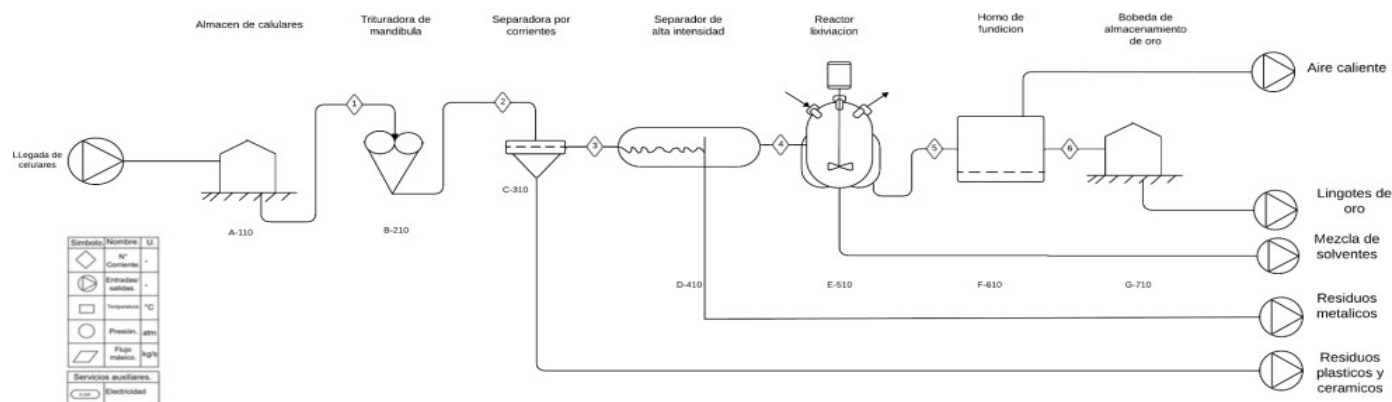


Figura 1. Diagrama de proceso hidrometalúrgico (creación propia)

Descripción del Proceso: proceso hidrometalúrgico (lixiviación dinámica ácida)

De acuerdo con Ramírez (2008) el proceso hidrometalúrgico empleado para la extracción de oro de celulares es el más efectivo donde utiliza un sistema de lixiviación dinámica con oxígeno y ácido sulfúrico. A continuación, se describe la metodología y condiciones de trabajo, así como el equipo utilizado.

1. **Recolección del Teléfono Móvil:** Trituración de Teléfono móvil y separación de los metales de otros residuos
2. **Selección de Piezas con Oro, Zinc, Cobre y Hierro**
3. **Lixiviación de Metales:**
4. **Recuperación del Oro:** Después de la lixiviación, se filtran los sólidos para recuperar el oro.
5. **Refinación del Oro:** El oro recuperado se funde y se refina para eliminar impurezas y obtener oro de alta pureza.
6. **Tratamiento de Residuos:** Los residuos sólidos y líquidos generados se tratan conforme a las regulaciones ambientales, asegurando la neutralización y reciclaje adecuado de los productos químicos utilizados. Se puede recuperar los metales presentes en lixiviado.

Presentación del producto

En nuestra empresa se obtendrán lingotes de oro de 1 kg, esta medida es debido a que nuestros competidores ofrecen su producto en la misma presentación y así mismo para poder entrar en el mercado internacional estos lingotes deben tener como mínimo el peso antes mencionado.

Ubicación de la planta: Después de aplicar el método de ponderación por puntos se selecciona el lugar donde se localizará la Planta: Parque Industrial el Salto en Jalisco, México.

Localización de la planta (Lay-Out): Para esta sección se utilizó la metodología conocida como Systematic Layout Planning, con el fin de organizar el espacio de trabajo de todos los departamentos en la planta para lo cual se proponen las siguientes superficies para cada uno de los departamentos/áreas:

1. Área de Procesamiento (2350 m²)
2. Oficinas y Áreas de Trabajo (300 m²)
3. Espacios Comunes y Jardines (175 m²)

Capacidad de Producción: Se tratarán en total 541.26 ton de celulares al año, para obtener 27 lingotes de oro (27.063 kg). La facturación estimada es de debido \$35,000,000 al año. Lo anterior representa una recolección diaria de 1.86 toneladas al día de celulares. de tratamiento de celulares será la siguiente:

Estudio económico

Tabla 7. Costo Total de Producción (creación propia)

Concepto	Mes	1 kg de Oro
Mano de Obra	\$71,880.22	\$31,872.40
Materia Prima	\$158,498.97	\$70,280.00
Insumos	\$65,785.89	\$29,108.80
Indirectos	\$304,699.50	\$134,822.79
Calidad	\$122,882.22	\$54,372.66
Mantenimiento	\$79,955.56	\$35,378.56
Depreciación	\$40,456.38	\$17,901.05
Amortización	\$3,833.33	\$1,696.17
Costo Total de Producción	\$847,992.07	\$375,432.43

Tabla 8. Monto de la Inversión (creación propia)

Activo fijo	\$5,224,085.90
Activo diferido	\$720,000.00
Capital de trabajo	\$1,137,800.67
Monto total de inversión	\$7,081,886.57

Tabla 9. Precio de Venta (creación propia)

Concepto	Mes	1 kg de Oro
Costo Total de Operación	\$1,509,142.07	\$668,592.84
Costo financiero	\$112,070.85	\$49,588.87
Impuestos	\$482,925.46	\$213,683.83
Utilidad	\$528,199.72	\$233,716.69
Ingresos por venta al mes/ Precio de Venta	\$2,632,338.11	\$1,165,582.23

Tabla 10. Matriz para Punto de Equilibrio (creación propia)

	Piezas	Ingreso de ventas	Costo fijo	Costo variable	Costo total	Diferencia	Dinero a costo
Q (Punto de equilibrio)	3	3,496,746.70	15,073,261.45	335,889.75	15,409,151.20	-11,912,404.5	15,409,151.20
	7	8,159,075.64	15,073,261.45	783,742.76	15,857,004.21	-7,697,928.6	15,857,004.21
	14.3062	16,675,027.72	15,073,261.45	1,601,766.27	16,675,027.72	0	16,675,027.72
	20	23,311,644.70	15,073,261.45	2,239,265.02	17,312,526.47	5,999,118.23	17,312,526.47
	27	31,470,720.34	15,073,261.45	3,023,007.77	18,096,269.22	13,374,451.12	18,096,269.22

Estudio financiero

Tabla 11. Estado de Resultados Pro- forma (creación propia)

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Capacidad	50%	60%	70%	80%	100%
Importe por venta	\$6,585,539.63	\$16,121,401.01	\$23,134,210.45	\$27,232,270.58	\$35,231,750.06
Otros ingresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo de producción	\$2,121,193.25	\$5,396,315.62	\$8,083,680.80	\$9,977,571.73	\$13,594,441.48
Utilidad Marginal	\$4,464,346.38	\$10,725,085.39	\$15,050,529.65	\$17,254,698.85	\$21,637,308.58
Utilidad Bruta	\$1,463,139.84	\$5,350,813.00	\$7,797,155.60	\$8,783,471.64	\$10,652,388.01
Utilidad neta	\$951,040.90	\$3,478,028.45	\$4,288,435.58	\$4,830,909.40	\$5,858,813.41
Flujo neto de efectivo	\$507,252.60	\$2,849,891.91	\$3,440,943.05	\$3,707,405.19	\$4,327,231.38

Tabla 12. PRI, TMAR, TIR y VPN (creación propia)

PRI (Periodo de Recuperación de Inversión)	\$7,081,886.57	3.08 años
TMAR (Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento)	14.19%	
TIR (Tasa Interna de Retorno)	27.70%	
VPN (Valor Presente Neto)	\$4,039,206.85	

Tabla 13. Análisis de Sensibilidad (creación propia)

Incremento	Costo	VPN	TIR	¿Es rentable?
-	Original	\$4,039,206.85	27.70%	Sí
50%	Mat. Prima	\$4,557,315.55	22.04%	Sí
50%	Los tres al mismo tiempo	\$688,818.02	15.80%	Sí

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación podemos concluir que la extracción de oro a partir de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE'S) mediante el método de extracción electroquímica representa un avance significativo en la gestión de desechos electrónicos y la recuperación de metales preciosos; representando un modelo de negocio viable desde el punto de vista ambiental, social y económico. La generación de RAEE'S, en específico de celulares, cada año va en aumento y en México no se cuenta con la infraestructura adecuada para acopiar, almacenar, dismantelar, dar tratamiento y recuperar el oro que se encuentra principalmente en los "Chips" y tarjetas electrónicas presentes en el interior de un celular. Técnicamente es posible producir lingotes con las características que hemos presentado en nuestra Propuesta de Valor, bajo el concepto de producción más limpia, y a

que se cuenta con las materias primas e insumos necesarios para tal fin. Por otro lado, nos apegaremos a las condiciones de la oferta y la demanda de lingotes de oro en el mercado, ofreciendo calidad y un precio competitivo. La inversión inicial es de \$7,081,886.57 (pesos mexicanos), con un periodo de recuperación de 3.08 años. Con una VPN de \$4,039,206.01 y una TIR de 25.7 % la cual es mayor que la TMAR (14.8%).

Agradecimientos y financiamiento: A nuestra “Alma Mater” el IPN-UIPIBI. Sin financiamiento.

Bibliografía

- Organización de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP). (2024). *El mundo debe superar la era de los desechos y convertirlos en recursos: Informe de la ONU*. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/el-mundo-debe-superar-la-era-de-los-desechos-y>
- Ramírez. (2008). *Recuperación de oro a partir de chatarra electrónica* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. <https://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Recuperacion%20de%20oro%20a%20partir%20de%20chatarra%20electronica.pdf>
- RECYEL. (2025). *Economía circular y minería urbana: claves para empresas que buscan sostenibilidad*. <https://www.recyel.com/articulos/economia-circular-mineria-urbana-claves-empresas-sostenibilidad>
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020a). *Buscan Semarnat y PNUD manejo adecuado de residuos electrónicos para evitar afectaciones a la salud y al medio ambiente*. <https://www.gob.mx/semarnat/prensa/buscan-semarnat-y-pnud-manejo-adecuado-de-residuos-electronicos-para-evitar-afectaciones-a-la-salud-y-al-medio-ambiente>
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020b). *Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos* (1.a ed.). <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>