Retirar S.A. E.S.P.	**DIVISION ADMINISTRATIVA RETIRAR S.A.E.S.P RECIBO SATISFACCION**	PDR-09 R03 Código: G -300.05.5.5 Versión: 1

Nombre y cargo del interventor:	**ELIZABETH JARAMILLO YEPES CC. 21.954.882 Asesora. RETIRAR S.A E.S.P.**
Periodo de supervisión:	**Del 24 de noviembre al 31 de diciembre de 2025**
Nombre del contratista:	**HEURISIS SAS E.S.P, 900.567.242-4,** Representada Legalmente por **ISMENIA ORTIZ ALVAREZ** identificada con Cédula de Ciudadanía **N° 43.798.139**
ORDEN DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS:	**N° 041-2025**
OBJETO: "PRESTACION DE SERVICIOS DE DISEÑO CONCEPTUAL DE LA ESTACION DE CLASIFICACION Y APROVECHAMIENTO, DISEÑO DE MESA DE CLASIFICACIÓN, SUPERVISION E INSTALACION, PARA LA EMPRESA RETIRAR S.A E.S.P, DE EL RETIRO ANTIOQUIA"	
Registro Presupuestal N°	**1155 expedido el 21 de noviembre de 2025.**
Fecha de inicio del contrato	**24 de noviembre de 2025**
Valor del Contrato	**DIECISEIS MILLONES NOVECIENTOS OCHENTA Y UN MIL TRESCIENTOS PESOS M/L... ($16.981.300.00).**
Valor cobrado presente informe:	**$16.981.300**
Valor total pagado:	**$0**
Saldo:	**$16.981.300**
Facturas presentadas:	**A 22, A 23**
OBSERVACIONES: Adjunto: 1. informe técnico del diseño de la mesa. 2. Informe del diseño conceptual completo de la ECA. 3. Informe de supervisión	

EVALUACION AL PROVEEDOR O CONTRATISTA

Califique de 1 a 5 según el grado de satisfacción. Donde 1 es el mínimo y 5 es el máximo

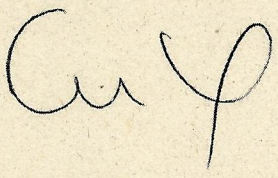
OPCIONES A EVALUAR	1	2	3	4	5
Cumplimiento al objeto contratado					x
Calidad de las especificaciones del bien o servicio					x
Cumplimiento de la entrega					x
Atención y cumplimiento de los requerimientos hechos al contratista durante la actuación de interventoría					x

Retirar S.A. E.S.P.	**DIVISION ADMINISTRATIVA** **RETIRAR S.A.E.S.P** **RECIBO SATISFACCION**	PDR-09 R03 Código: G -300.05.5.5 Versión: 1

Entrega de la Factura y el cumplimiento de la seguridad social.						**X**

COMPROMISOS ADQUIRIDOS EN LA INTERVENTORIA – ARTICULO 84 LEY 1474 DE 2011

COMPROMISO	FECHA DE ENTREGA	RESPONSABLE
Garantizar que la mesa sea entregada por el fabricante en las condiciones de materiales y diseño especificadas por "Heuresis SAS"	18/01/2026	Heuresis SAS

Firma del Interventor y/o Supervisor	

Elaboro: Elizabeth Jaramillo (Asesora)
Revisó: Tatiana Cano Arismendi (T.A contratación)
Aprobó: Yeider Alexander Rincón Benjumea. (Gerente)
Fecha: Diciembre 31 de 2025

Versión 1.0 – 31 de diciembre de 2025

Sistema de Separación de Residuos

Diseño Conceptual
Informe Ejecutivo

1. Introducción

Este informe ejecutivo se desarrolla en el marco de la Orden de Prestación de Servicios No. 041-2025 para el "...Diseño Conceptual de la Estación de Clasificación y Aprovechamiento para la Empresa Retirar SA ESP de El Retiro (Ant.)", el cual considera que, para cumplir con sus servicios, Retirar SA ESP está obligado a diseñar múltiples estrategias, acompañadas de un debido proceso de gestión, tanto administrativo, como técnico y operativo.

Los procesos de diseño constituyen un elemento fundamental en la toma de decisiones empresariales, ya que permiten analizar de manera anticipada un amplio conjunto de variables técnicas, operativas y económicas, evaluar múltiples escenarios posibles y seleccionar la alternativa más conveniente sin incurrir en inversiones prematuras de alto riesgo. Esta capacidad resulta especialmente relevante en la fabricación de maquinaria y en la implementación de soluciones que deben ser probadas directamente en planta, donde las decisiones incorrectas pueden traducirse en pérdidas económicas significativas y en un detrimento del patrimonio de la empresa.

En este contexto, el diseño se consolida como una herramienta estratégica de primer orden para la alta dirección, no solo como soporte para la toma de decisiones, sino también como un mecanismo que permite sustentar técnica y económicamente los aciertos, identificar las limitaciones y gestionar de manera informada los riesgos asociados a las decisiones administrativas. Un proceso de diseño riguroso aporta claridad, reduce la incertidumbre y establece bases sólidas para la planificación y ejecución de proyectos de mejora.

El objetivo central del presente diseño es la tecnificación del proceso de separación manual, orientada a incrementar la capacidad de clasificación mediante la incorporación de herramientas que estandaricen la labor del personal clasificador, mejoren la eficiencia operativa y fortalezcan la calidad del material recuperado. Este enfoque reconoce el papel

esencial de la separación manual dentro del sistema, al tiempo que introduce soluciones que optimizan su desempeño y sostenibilidad.

El modelo de diseño propuesto permite ejecutar el proceso de tecnificación de forma progresiva, en función de la disponibilidad presupuestal, garantizando que las inversiones realizadas en cada etapa sean aprovechadas y capitalizadas en las fases posteriores, sin generar desperdicios ni reemplazos innecesarios de infraestructura o equipos. Adicionalmente, este enfoque modular ofrece la flexibilidad necesaria para introducir ajustes y mejoras que suelen surgir durante la operación del sistema implantado, tales como modificaciones en los sistemas de transporte, rediseños de los contenedores de acopio, o actualizaciones en los sistemas de tracción de las bandas transportadoras. Si bien estas adaptaciones pueden requerir nuevas partidas presupuestales, el diseño estratégico adoptado permite absorberlas sin incurrir en incrementos desproporcionados de costos ni en modificaciones de alto impacto sobre la operación.

Finalmente, la introducción de estas tecnologías no persigue la eliminación de los puestos de clasificación, sino la mejora integral de los resultados del proceso, tanto en términos de eficiencia como de calidad del producto clasificado. Asimismo, el modelo propuesto abre la posibilidad de incorporar, de manera gradual y controlada, nuevas tecnologías de clasificación automática que actualmente se desarrollan a nivel internacional. La compatibilidad del diseño con estas tecnologías garantiza que su eventual integración pueda realizarse sin afectar significativamente la operación de la planta, evitando paradas prolongadas y asegurando que, ante eventuales fallas de los sistemas automatizados, la ECA pueda continuar operando de manera normal y confiable.

2. Línea Base

El estado actual de la planta es el siguiente:

- Capacidad operativa individual de clasificación: 250 kg / día por persona
- Puestos de clasificación: 6
- Operación: Clasificación manual sobre dos mesas de clasificación alimentadas a demanda por un operario llamado patinador.

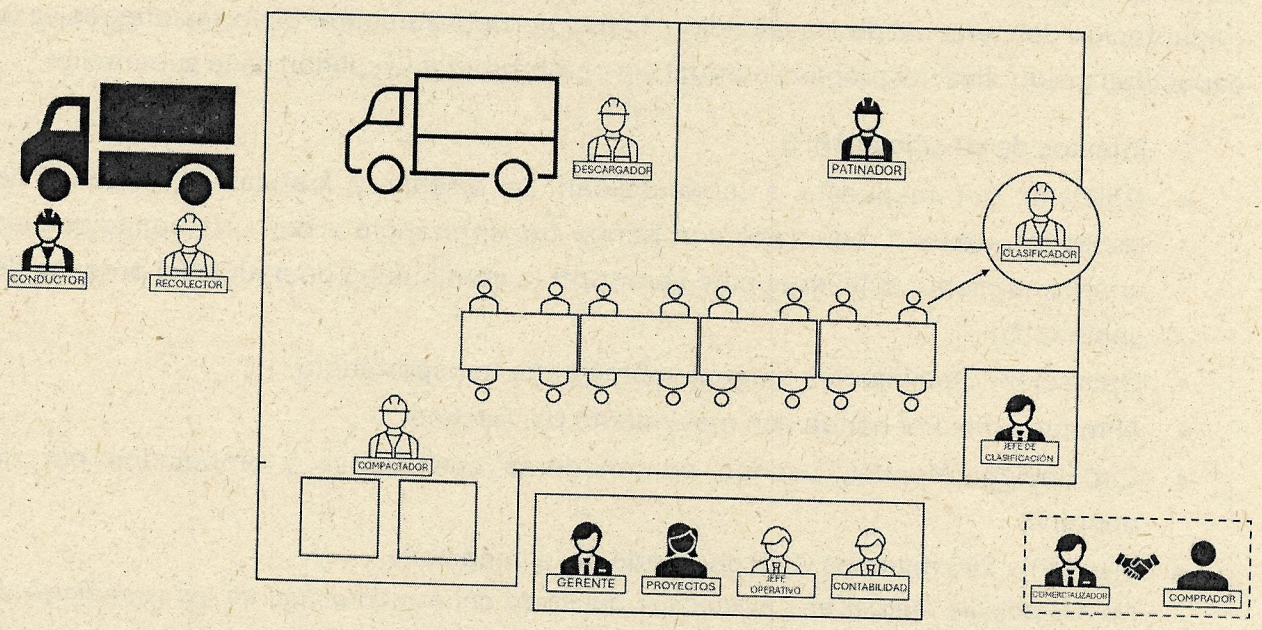


Figura 1. Línea Base

3. Escenario 1 "Sistema de recepción con banda transportadora"

Incremento aproximado de la capacidad operativa de la planta de clasificación del 30%

Nota:

Al disponer de control sobre la velocidad de la banda transportadora, es posible incrementar gradualmente dicha velocidad a medida que mejora el nivel de entrenamiento y adaptación del personal de clasificación, lo que permite aumentar de forma progresiva la capacidad productiva del proceso manual sin comprometer la calidad de la separación.

- Puestos de clasificación: 6
- Objetivo: Dar respuesta a la necesidad de diseñar y fabricar un sistema de recepción robusto, equipado con banda transportadora y con una capacidad de almacenamiento suficiente para garantizar la continuidad operativa del proceso de separación.
- Operación: Clasificación manual sobre banda transportadora.
- Alimentación: Por banda con movimiento por baches
- Circulación: Manual, usando contenedores con ruedas y empujados por un operario.
- Inversión: 280 millones COP partiendo de la línea base.
  No fue posible realizar una evaluación detallada del estado actual de las superficies de circulación; en consecuencia, el presupuesto presentado no contempla intervenciones ni modificaciones sobre dichas superficies. No obstante, el presupuesto propuesto permite evaluar de manera preliminar la viabilidad económica del proyecto, quedando su alcance sujeto a una verificación posterior de estas condiciones.

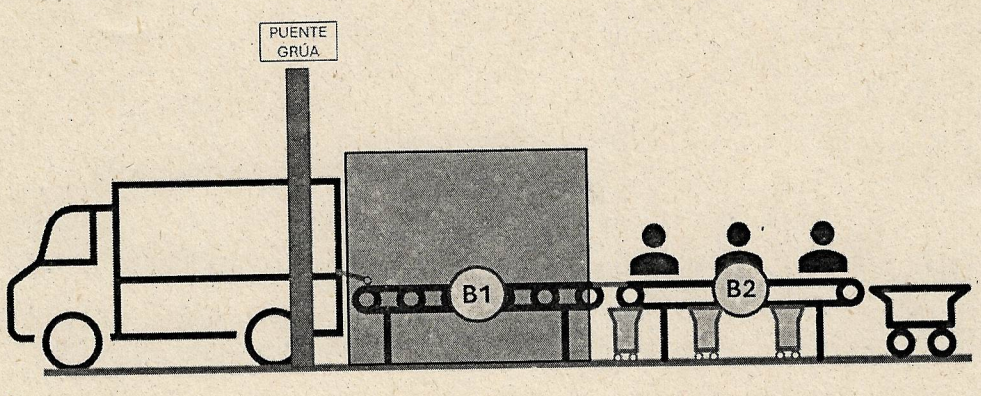


Figura 2. Escenario 1

4. Escenario 2 "Ampliación del número de puestos de clasificación"

Incremento aproximado de la capacidad operativa de la planta de clasificación del 60%

Notas:

Al disponer de control sobre la velocidad de la banda transportadora, es posible incrementar gradualmente dicha velocidad a medida que mejora el nivel de entrenamiento y adaptación del personal de clasificación, lo que permite aumentar de forma progresiva la capacidad productiva del proceso manual sin comprometer la calidad de la separación.

Es importante tener en cuenta que, aunque se mantenga constante la capacidad operativa individual, el incremento en el número de puestos de clasificación genera un aumento proporcional en la productividad global del proceso.

Al tener control

- Puestos de clasificación: Hasta 15
- Objetivo: Responde a la necesidad de incrementar el peso de clasificación por día y a las pruebas de conexionado de bandas transportadoras con giro en "U" para optimizar la distribución espacial.
- Operación: Clasificación manual sobre banda transportadora.
- Alimentación: Por banda con movimiento por baches
- Circulación: Manual
- Inversión: 500 millones COP desde cero o 280 millones COP partiendo del **Escenario 1**.

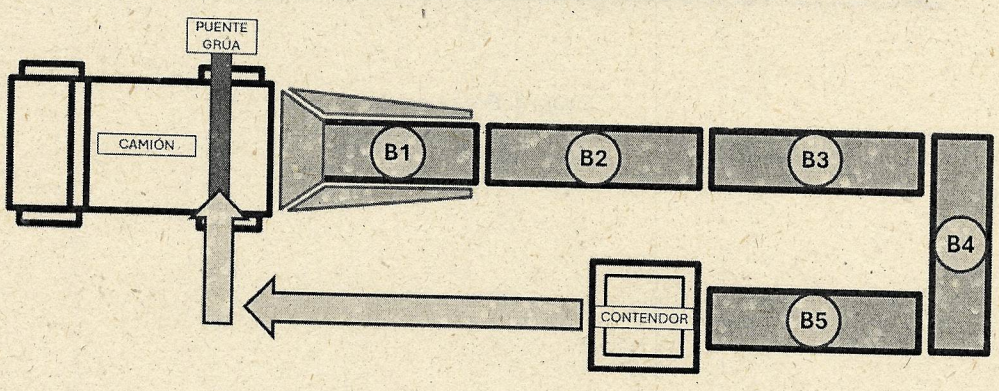


Figura 3. Escenario 2

5. Escenario 3 "Estructura elevada para circulación automática"

Incremento aproximado de la capacidad operativa de la planta de clasificación del 90%

- Puestos de clasificación: Hasta 12
- Objetivo: Dar respuesta a la necesidad de cerrar el ciclo de circulación del material reciclado, incrementando la capacidad productiva del proceso, optimizando la capacidad de almacenamiento y mejorando el aprovechamiento del espacio disponible en planta.

  Es importante señalar que, en condiciones ideales, un sistema de este tipo permitiría cerrar el ciclo de circulación del material mediante configuraciones simples de bandas transportadoras y el uso de alturas estructurales estándar. No obstante, debido a las limitaciones impuestas por la altura del mezanine existente, es necesario asumir costos adicionales asociados a trayectorias no convencionales de las bandas transportadoras y a la implementación de soluciones estructurales con alturas que no se encuentran estandarizadas.
- Alimentación: Por banda con movimiento continuo y velocidad controlable.
- Circulación: Continua.
- Inversión: 750 millones COP desde cero o 280 millones COP partiendo del **escenario 2**.

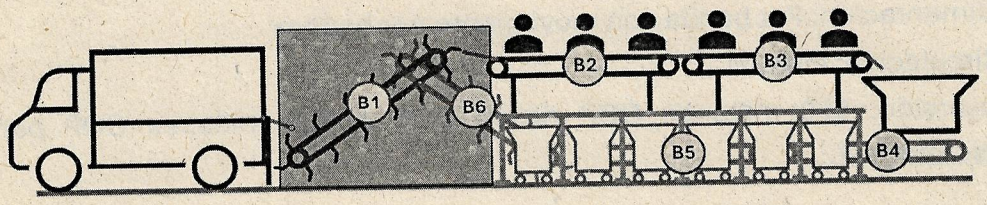


Figura 4. Escenario 3

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1. Alcances.

El alcance del proceso de expansión de la Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA), mediante la incorporación progresiva de tecnologías orientadas a mejorar el flujo del sistema de separación, debe concebirse bajo un enfoque gradual y escalonado. Este enfoque resulta fundamental para facilitar, entre otros aspectos, la gestión del proceso de financiación, la planificación de las inversiones y la adaptación operativa del personal a los nuevos sistemas implementados. En este sentido, se plantean una serie de escenarios estratégicos que se articulan de manera secuencial y ascendente, permitiendo que el crecimiento de las capacidades operativas de la ECA se desarrolle a modo de bloques funcionales claramente definidos.

Cada uno de estos bloques de expansión puede ser implementado de forma independiente, sin afectar la operación de los sistemas previamente instalados, lo que garantiza la continuidad del servicio y la optimización de los recursos disponibles. Asimismo, este modelo modular de crecimiento posibilita la evaluación continua del desempeño técnico y operativo de cada etapa, permitiendo realizar ajustes, correcciones y la toma de nuevas decisiones estratégicas a medida que se avanza en la implementación y operación de los distintos bloques. De esta manera, la ECA puede evolucionar de forma estructurada, flexible y sostenible en el tiempo, reduciendo riesgos, maximizando el aprovechamiento de las inversiones y fortaleciendo su capacidad de adaptación frente a cambios en la demanda o en las condiciones del entorno.

6.2. Limitaciones.

Las principales limitaciones del proyecto se encuentran directamente asociadas a las restricciones presupuestales y al espacio físico disponible dentro de la Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA). Estos factores condicionan tanto el alcance de las soluciones tecnológicas que pueden ser implementadas como la configuración final del sistema de separación. En este contexto, uno de los mayores retos del diseño consistió en lograr el cierre efectivo del ciclo de procesamiento, garantizando la circulación continua del material a lo largo de las bandas transportadoras y manteniendo el flujo del sistema en operación permanente.

El objetivo de esta estrategia fue eliminar, en la mayor medida posible, la dependencia de esquemas de recirculación manual mediante carros, así como evitar escenarios no deseables en los que el material deba ser almacenado temporalmente sobre el suelo, práctica que incrementa los tiempos de proceso, eleva los riesgos operativos y afecta las

condiciones de orden, seguridad e higiene industrial. Superar estas limitaciones implicó optimizar la disposición espacial de los equipos, integrar sistemas de recirculación automatizados y priorizar soluciones que maximizaran el uso del espacio disponible, sin comprometer la viabilidad económica ni la continuidad operativa de la ECA.

6.3. Posibles escenarios.

Los escenarios más relevantes que pueden considerarse para la mejora y expansión del sistema de separación de la Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA) se estructuran en función del nivel de intervención tecnológica, del aprovechamiento del espacio disponible y del grado de automatización del flujo de material. Estos escenarios representan alternativas escalonadas que permiten evaluar distintas combinaciones de inversión, complejidad operativa y aumento de capacidad, manteniendo siempre como objetivo principal el cierre eficiente del ciclo de recirculación del material.

El primer escenario contempla la implementación de un sistema de recepción de material dispuesto directamente sobre un sistema de extracción móvil, mediante una banda transportadora repotenciada. Esta configuración permite regular de manera más eficiente la alimentación del proceso y garantizar un flujo continuo del material hacia la zona de separación. De forma complementaria, se incorpora una banda transportadora destinada al proceso de clasificación manual, con descarga directa hacia contenedores de baja altura equipados con ruedas, lo que facilita la movilidad interna y permite cerrar el ciclo de recirculación sin recurrir al almacenamiento temporal del material en el suelo.

El segundo escenario propone la incorporación de un conjunto adicional de bandas transportadoras distribuidas estratégicamente dentro del espacio disponible, configuradas bajo un modelo de circulación en forma de "U". Esta disposición posibilita la ampliación del número de puestos de trabajo en la zona de separación, optimizando la supervisión del proceso y mejorando la eficiencia operativa. Asimismo, este esquema permite cerrar el ciclo de recirculación mediante el uso de dos contenedores de baja altura, reduciendo los recorridos manuales y manteniendo el material en movimiento de forma controlada a lo largo del sistema.

El tercer escenario considera la construcción de una estructura elevada que incorpora un falso piso y medio, lo cual representa una oportunidad para implementar un sistema de circulación del material altamente integrado y de operación prácticamente autónoma. En esta configuración, el material se desplaza de manera continua a través de las bandas transportadoras, reduciendo de forma significativa los tiempos de proceso y agilizando radicalmente la separación de las distintas corrientes. Este enfoque elimina la necesidad

de almacenamiento intermedio, mejora las condiciones de orden y seguridad dentro de la ECA y maximiza el aprovechamiento del espacio vertical disponible.

6.4. Mejoras con tecnologías de separación

Es importante destacar que la implementación de este tipo de soluciones tecnológicas no tiene como objetivo reemplazar el proceso de separación manual, el cual constituye uno de los componentes más críticos y determinantes del sistema de clasificación, especialmente en contextos donde la variabilidad del material y la calidad de la separación requieren la intervención directa del personal. No obstante, estas tecnologías sí permiten, de manera progresiva, la incorporación de herramientas mecánicas y automatizadas que facilitan, ordenan y aceleran el proceso de separación, incrementando la eficiencia operativa y reduciendo la carga física y los tiempos de procesamiento asociados al trabajo manual.

El diseño propuesto ha sido concebido para integrar estas posibles mejoras tecnológicas de forma gradual, garantizando un impacto mínimo sobre la operación existente durante su implementación. Esta flexibilidad permite que las tecnologías sean incorporadas de acuerdo con la disponibilidad presupuestal, el crecimiento de la ECA y la madurez operativa del sistema. A continuación, se describen las principales tecnologías que pueden ser incorporadas al proceso:

6.4.1. Separación por tamaño mediante cribadora

La separación por tamaño constituye una de las etapas fundamentales en los procesos de clasificación de materiales. La incorporación de una cribadora permite realizar una clasificación preliminar del material en función de su granulometría, separando fracciones finas, medias y gruesas antes de su ingreso a las etapas posteriores de selección. Este proceso reduce la carga de trabajo en la separación manual, mejora la eficiencia global del sistema y evita que materiales de tamaño no deseado interfieran en las etapas de clasificación más específicas. Las cribadoras pueden configurarse con diferentes diámetros de malla y sistemas de vibración, lo que las hace altamente adaptables a la composición del material procesado en la ECA.

6.4.2. Obtención de residuos ferromagnéticos mediante bandas con control magnético

La recuperación de materiales ferromagnéticos puede optimizarse significativamente mediante el uso de bandas transportadoras equipadas con sistemas de control magnético. Estas bandas permiten la separación automática de metales ferrosos, como acero y hierro, directamente sobre el flujo principal de material, sin necesidad de

intervención manual. Este tipo de tecnología no solo incrementa la tasa de recuperación de materiales de alto valor, sino que además protege los equipos aguas abajo al evitar la circulación de elementos metálicos que puedan generar daños mecánicos. La integración de sistemas magnéticos en las bandas existentes facilita su implementación y reduce los costos asociados a modificaciones estructurales mayores.

6.4.3. Separación por densidad

La separación por densidad se basa en las diferencias de peso específico entre los distintos materiales presentes en el flujo de residuos. Mediante el uso de corrientes de aire, mesas densimétricas o sistemas neumáticos, es posible separar materiales livianos, como plásticos y papel, de fracciones más pesadas, como vidrio o ciertos tipos de metales. Esta tecnología resulta especialmente útil para mejorar la pureza de las corrientes separadas y reducir la contaminación cruzada entre materiales. Su implementación contribuye a un proceso más controlado y eficiente, permitiendo que la separación manual se concentre en tareas de mayor valor agregado.

6.4.4. Separación por detección óptica

La separación por detección óptica representa una de las tecnologías más avanzadas aplicables a procesos de clasificación de residuos. Este sistema emplea sensores ópticos, cámaras de alta resolución y tecnologías como infrarrojo cercano (NIR) o espectroscopía para identificar materiales en función de sus propiedades ópticas, color y composición. Una vez detectado el material objetivo, el sistema activa mecanismos de expulsión selectiva, generalmente mediante chorros de aire, logrando una separación rápida y precisa. Aunque su implementación requiere una inversión significativa, esta tecnología ofrece altos niveles de eficiencia, repetibilidad y trazabilidad, siendo especialmente adecuada para etapas posteriores del proceso o para flujos de material previamente preclasificados.

6.5. Integración de tecnologías en los escenarios propuestos

La integración de tecnologías de apoyo al proceso de separación ha sido concebida bajo un enfoque progresivo y modular, de tal forma que cada escenario permita la incorporación de soluciones mecánicas y automatizadas sin alterar de manera significativa la operación existente ni comprometer la continuidad del servicio. Este enfoque garantiza que las tecnologías propuestas puedan implementarse de forma escalonada, en correspondencia con el nivel de desarrollo de cada escenario, la disponibilidad presupuestal y la madurez operativa de la Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA).

6.5.1. Integración de tecnologías en el escenario 1

El escenario 1, al constituir la etapa inicial de modernización del sistema, ofrece condiciones adecuadas para la incorporación de tecnologías de preclasificación y apoyo directo a la separación manual. En este contexto, la implementación de una cribadora para separación por tamaño resulta especialmente pertinente, ya que puede instalarse a la salida de la tolva de recepción o sobre la banda de extracción repotenciada. Esta tecnología permitiría realizar una clasificación granulométrica preliminar, reduciendo la heterogeneidad del material que ingresa a la banda de separación y mejorando la eficiencia del trabajo manual.

Asimismo, el escenario 1 facilita la integración de sistemas de separación ferromagnética mediante la incorporación de imanes o bandas con control magnético sobre el flujo principal del material. Esta solución puede implementarse sin modificaciones estructurales mayores, contribuyendo a la recuperación automática de metales ferrosos y a la protección de los equipos ubicados aguas abajo del proceso. En esta etapa, las tecnologías actúan como elementos de apoyo, manteniendo la separación manual como eje central del sistema.

6.5.2. Integración de tecnologías en el escenario 2

El escenario 2, caracterizado por la ampliación del número de puestos de separación y una distribución espacial más compleja, permite la incorporación de tecnologías adicionales orientadas a la optimización del flujo y a la mejora de la calidad de las corrientes separadas. En este escenario, además de mantener las tecnologías integradas en el escenario 1, resulta viable la implementación de sistemas de separación por densidad, tales como separadores neumáticos o mesas densimétricas, ubicados estratégicamente entre etapas del proceso.

La disposición en forma de "U" y el uso de contenedores de baja altura facilitan la integración de estos sistemas sin interferir con la circulación interna ni con la operación del personal. La separación por densidad permite reducir la carga de material liviano en ciertas corrientes, mejorando la pureza de los materiales clasificados y permitiendo que la separación manual se concentre en fracciones específicas de mayor valor. Este escenario representa una transición hacia un sistema semi-mecanizado, con un mayor nivel de control sobre el flujo de material.

6.5.3. Integración de tecnologías en el escenario 3

El escenario 3 ofrece las condiciones más favorables para la incorporación de tecnologías de mayor nivel de automatización, debido a su estructura elevada, al sistema de recirculación continua y al mayor control del flujo de material. En este contexto, es factible

la integración de sistemas de separación por detección óptica, los cuales pueden instalarse en tramos específicos de las bandas de clasificación, una vez que el material ha sido previamente acondicionado mediante separación por tamaño y densidad.

La implementación de detección óptica en este escenario permite aumentar significativamente la velocidad y precisión del proceso de separación, reduciendo la dependencia del almacenamiento intermedio y optimizando el uso del espacio disponible. Estas tecnologías pueden operar de manera complementaria a la separación manual, reservando la intervención humana para tareas de control de calidad, supervisión y manejo de excepciones. De esta manera, el escenario 3 consolida un sistema altamente integrado, flexible y preparado para adaptarse a incrementos sostenidos en el volumen de material procesado.

6.5.4. Enfoque progresivo de integración tecnológica

En conjunto, la integración de estas tecnologías a lo largo de los tres escenarios responde a un enfoque de crecimiento progresivo, en el cual cada etapa sienta las bases técnicas y operativas para la siguiente. Este modelo permite evaluar el desempeño de cada tecnología antes de avanzar hacia niveles superiores de automatización, reduciendo riesgos, optimizando la inversión y garantizando que la evolución tecnológica de la ECA se mantenga alineada con sus capacidades operativas y financieras.

6.6. Recomendaciones técnicas y estratégicas para la evolución de la ECA

6.6.1. Generación y gestión de información operativa (Resultados)

Se recomienda habilitar mecanismos sistemáticos para la generación, captura y análisis de información operativa y estadística del proceso de separación, tales como caudales de entrada, tiempos de permanencia del material, tasas de recuperación por corriente, niveles de recirculación y desempeño de los puestos de trabajo. La disponibilidad de esta información permitirá evaluar de manera objetiva el comportamiento del sistema, identificar cuellos de botella, sustentar la toma de decisiones técnicas y administrativas, y establecer indicadores de desempeño que faciliten la implementación de estrategias de mejora continua. Estos resultados constituyen una base fundamental para la planificación futura de inversiones y para la validación de los escenarios de expansión propuestos.

6.6.2. Reducción de brechas operativas y mejora de las condiciones de trabajo (Brechas)

Se recomienda orientar el proceso de modernización hacia la reducción progresiva del esfuerzo físico del personal y de la dependencia exclusiva de la separación manual, sin eliminar su papel central dentro del sistema. La incorporación de tecnologías de apoyo, tales como bandas transportadoras optimizadas, sistemas de recirculación automatizada y equipos de preclasificación, contribuye a mejorar las condiciones ergonómicas, disminuir la fatiga laboral y aumentar la eficiencia operativa. Esta estrategia permite cerrar brechas existentes en términos de productividad, seguridad y sostenibilidad del trabajo, fortaleciendo el desempeño del equipo humano y reduciendo riesgos asociados a la manipulación manual intensiva de materiales.

6.6.3. Consolidación de una plataforma tecnológica escalable

Se recomienda concebir la ECA como una futura planta industrial de gestión de residuos, basada en una plataforma tecnológica escalable que permita la incorporación progresiva de nuevos sensores, equipos especializados y estrategias de control. Este enfoque facilita la evolución del sistema hacia mayores niveles de automatización y control, sin requerir rediseños estructurales significativos. La estandarización de interfaces mecánicas, eléctricas y de control permitirá integrar nuevas tecnologías de forma eficiente, mejorando la operación existente y asegurando la adaptabilidad del sistema frente a cambios en la composición de los residuos o en los volúmenes procesados.

6.6.4. Implementación de control y monitoreo del proceso

Se recomienda evaluar la incorporación gradual de sistemas de monitoreo y control del proceso, tales como variadores de velocidad en bandas transportadoras, sensores de nivel, sensores de carga y sistemas de conteo o clasificación por corrientes. Estas herramientas permiten ajustar dinámicamente el funcionamiento del sistema en función de las condiciones reales de operación, optimizando el flujo de material, reduciendo paradas no programadas y mejorando la estabilidad del proceso. La automatización parcial del control constituye un paso clave hacia una operación más eficiente y predecible.

6.6.5. Enfoque modular y progresivo de las inversiones

Se recomienda mantener un enfoque modular en la ejecución de las inversiones, alineado con los escenarios propuestos, de manera que cada etapa de implementación genere beneficios operativos tangibles y prepare técnicamente el sistema para la siguiente fase de expansión. Este enfoque reduce el riesgo financiero, facilita la gestión de recursos y

permite evaluar el retorno de cada inversión antes de avanzar hacia niveles superiores de complejidad tecnológica.

6.6.6. Fortalecimiento de la seguridad industrial y la ergonomía

Se recomienda priorizar criterios de seguridad industrial y ergonomía en el diseño e implementación de los sistemas de separación, incluyendo protecciones físicas en bandas transportadoras, zonas de circulación claramente delimitadas, plataformas de trabajo seguras y condiciones adecuadas de iluminación y ventilación. Estas medidas no solo reducen el riesgo de accidentes, sino que también contribuyen a mejorar el desempeño y la permanencia del personal en el sistema.

6.6.7. Capacitación y apropiación tecnológica del personal

Se recomienda acompañar la implementación de nuevas tecnologías con procesos de capacitación progresiva del personal operativo y técnico, orientados al uso, mantenimiento básico y comprensión del funcionamiento del sistema. La apropiación tecnológica por parte del equipo humano es un factor crítico para garantizar la sostenibilidad de las mejoras implementadas y maximizar el aprovechamiento de las inversiones realizadas.

6.6.8. Planeación para la trazabilidad y calidad de los materiales

Se recomienda establecer mecanismos que permitan mejorar la trazabilidad y la calidad de los materiales separados, mediante la identificación clara de corrientes, el control de contaminantes y el registro de datos asociados a cada lote procesado. Esto fortalece la posición de la ECA frente a mercados de mayor exigencia y contribuye a mejorar la valorización económica de los materiales recuperados.

7. Siglas y Acrónimos

- ECA: Estación de Clasificación y Aprovechamiento.
- PFD: Process Flow Diagram, muestra bandas, puestos de separación, separadores y flujos.
- DTI: Diagrama Técnico de Instrumentación, muestra cómo esos sensores y actuadores se conectan al PLC.
- RSU: Residuos Sólidos Urbanos, son los residuos generados principalmente en los hogares y en actividades urbanas, como consecuencia de la vida cotidiana de la población.
- MCOP: Millones de Pesos Colombianos
- LOD: Leve lof Design

8. Referencias

- **Decreto 957 de 2016**. Por el cual se adiciona el Decreto 1074 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria y Turismo, en lo relacionado con los criterios de clasificación de las micro, pequeñas, medianas y grandes empresas.
- **Resolución 2184 de 2019.** Por la cual se modifica la Resolución 668 de 2016, sobre el uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones.

Toda la información aquí contenida es absolutamente confidencial y solo para los fines de la Orden de Prestación de Servicios No. 041-2025. La información proporcionada por Retirar SA ESP se incluye como resultado de sus propios análisis y busca además oportunidad para la continuidad de proyectos que le permitan avanzar en sus planes de desarrollo técnico, científico y tecnológico.

Carlos Alejandro Zuluaga Toro

Silvio Andrés Salazar Martínez

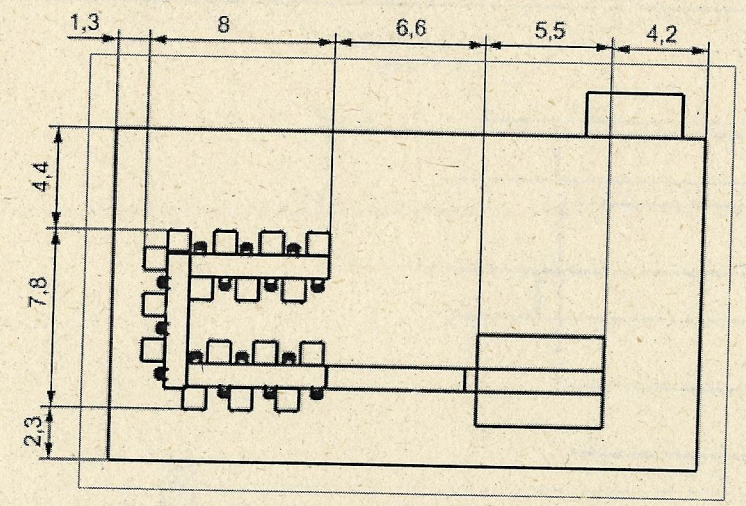
H. Vladimir Martínez-Tejada

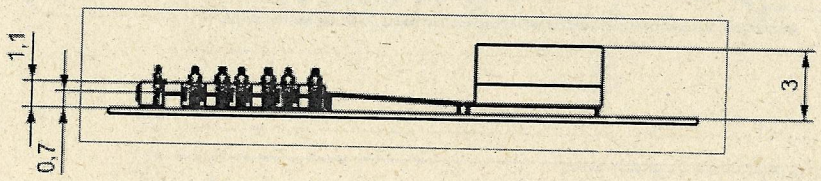
RETIRAR SAS ESP

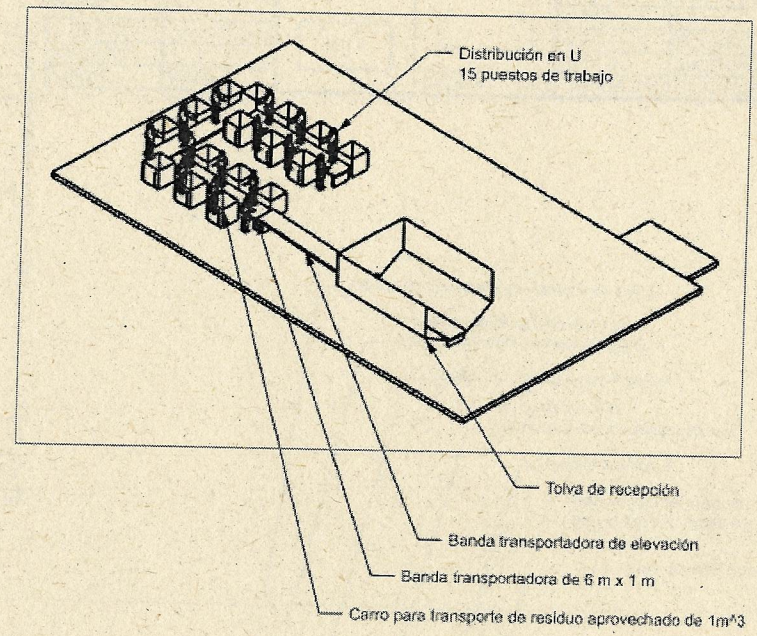
Unidad de I+D+i

9. Anexos

Se anexan los planos de distribución con resolución mejorada.







UNIDAD	METROS
MATERIAL	-
TOLERANCIA	NTC-ISO 2768
LINEAL	0.1
ANGULAR	1°
CREACIÓN	2025/12/29
APROBACIÓN	2025/12/30
REVISIÓN	A

ISO A

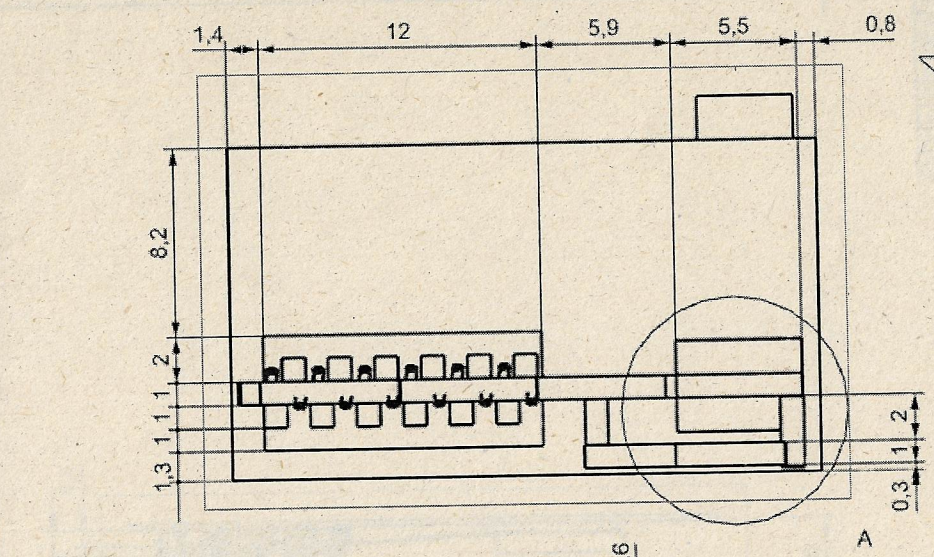
A3

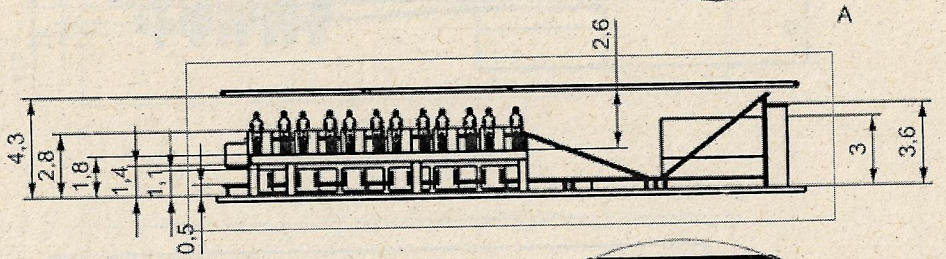
ESCALA 1:200

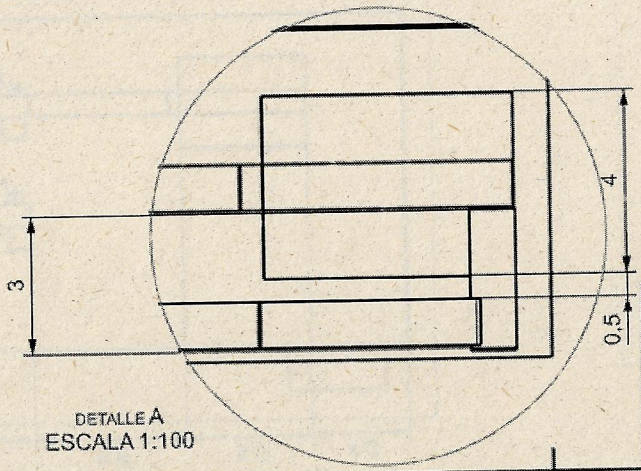
0 4

HEURESIS SAS	
TITULO	ESCENARIO 1 - 2
PROYECTO	ECA RETIRAR
PLANO	P1
ARCHIVO	004480-A-dwg3
DIBUJÓ	SILVIO A. SALAZAR
APROBÓ	CARLOS A. ZULUAGA
HOJA	1

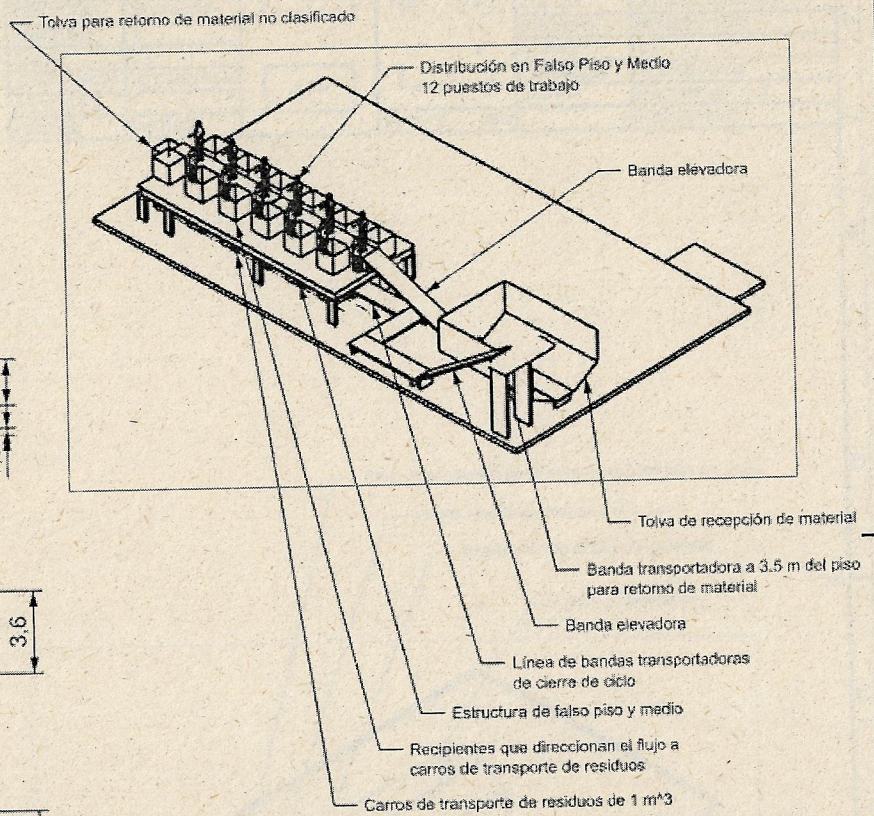
A3







DETALLE A
ESCALA 1:100



UNIDAD	metros
MATERIAL	-
TOLERANCIA	NTC-ISO 2768
LINEAL	0,1
ANGULAR	1°
CREACIÓN	2025/12/29
APROBACIÓN	2025/12/30
REVISIÓN	A

ISO A

A3

ESCALA 1:200

0 4

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA	
TÍTULO	ESCENARIO 3
PROYECTO	ECA RETIRAR
PLANO	P2
ARCHIVO	004480-A-dwg4
DIBUJÓ	Silvio A. Salazar
APROBÓ	Carlos A. Zuluaga
HOJA	1

A3

ASOPAGOS s.a.

Certificación de Pago

Se certifica que la empresa HEURESIS SAS, identificada con NI-900567242 sucursal 0, canceló los aportes de seguridad social y parafiscales de la siguiente manera:

REFERENCIA POR TIPO DE PLANILLA		CÓDIGO ENTIDAD	NIT	NOMBRE ADMINISTRADORA
Período pensión:	2025-10	25-14	900336004	COLPENSIONES
Período salud:	2025-11	EPS010	800088702	EPS SURA
Planilla Nro.:	35158813 Tipo E	14-11	890903790	ARL SURA
Clase de aportante:	B	CCF04	890900841	COMFAMA ANTIOQUIA
Fecha pago:	2025-10-28	PASENA	899999034	SENA
		PAICBF	899999239	ICBF
		PAESAP	899999054	ESAP
		PAMIED	899999001	MINEDU

REFERENCIA POR TIPO DE PLANILLA		CÓDIGO ENTIDAD	NIT	NOMBRE ADMINISTRADORA
Período pensión:	2025-11	25-14	900336004	COLPENSIONES
Período salud:	2025-12	EPS010	800088702	EPS SURA
Planilla Nro.:	35673946 Tipo E	14-11	890903790	ARL SURA
Clase de aportante:	B	CCF04	890900841	COMFAMA ANTIOQUIA
Fecha pago:	2025-12-10	PASENA	899999034	SENA
		PAICBF	899999239	ICBF
		PAESAP	899999054	ESAP
		PAMIED	899999001	MINEDU

PAGADO

Heuresis
SOLUCIONES EN INGENIERÍA
NIT: 900.567.242-4

Medellín, 8 de enero de 2026

Señores

RETIRAR S.A E.S.P.

El Retiro

Con el fin de acreditar el cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 50 de la Ley 789 del 27 de diciembre de 2002, bajo la gravedad de juramento,

CERTIFICO QUE:

HEURESIS SAS

NIT: 900.567.242-4

Ha cumplido en forma oportuna y completa con los aportes y demás obligaciones legales que le corresponden respecto del Sistema de Seguridad Social cuando a ello ha habido lugar, en cuanto a salud, pensiones y riesgos laborales y cuando ha sido del caso con los aportes del Servicio Nacional de Aprendizaje, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y Cajas de Compensación Familiar.

ACTÚO EN MI CALIDAD

Representante Legal ___x____

ISMENIA ORTIZ ALVAREZ

Cédula 43´798.139 de Bello

Firma Ismenia Ortiz Alvarez

HEURESIS SAS
NIT 900.567.242-4
Carrera 87A 3281 interior 1607
Tel: (604) 3006156962
Medellín - Colombia
heuresis@heuresis.com

Factura electrónica de venta
No. A 23

Señores	RETIRAR S.A. E.S.P		
NIT	811.028.985-3	**Teléfono**	(604) 3103821372 - Ext. 000
Dirección	CL 19 CR 26 150	**Ciudad**	Retiro - Colombia

Fecha y hora Factura	
Generación	17/12/2025, 11:21
Expedición	17/12/2025, 11:22
Vencimiento	17/12/2025

Ítem	Descripción	Cantidad	Vr. Bruto	Vr. Bruto COP	Impto. Cargo
1	PRESTACION DE SERVICIOS DE DISEÑO CONCEPTUAL DE LA ESTACION DE CLASIFICACION Y APROVECHAMIENTO. OP: 041-2025	1.00	10,000,000.00	10,000,000.00	19 %

Total items: 1

Valor en Letras:
Once millones novecientos mil pesos m/cte

Forma de pago:
Contado

Medio de pago:
Consignación bancaria - Consignación $ 11,900,000.00

TOTALES		**COP**
Total Bruto	0.00	10,000,000.00
IVA 19%	0.00	1,900,000.00
Total a Pagar	**0.00**	**11,900,000.00**

Observaciones:
Favor consignar en la cuenta de ahorros Bancolombia número: 55102648951 a nombre de HEURESIS SAS

A esta factura de venta aplican las normas relativas a la letra de cambio (artículo 5 Ley 1231 de 2008). Con esta el Comprador declara haber recibido real y materialmente las mercancías o prestación de servicios descritos en este título - Valor. **Número Autorización Electrónica 18764099780062 aprobado en 20251005 prefijo A desde el número 13 al 100 Vigencia: 12 Meses**
Responsable de IVA - Actividad Económica 7112 Actividades de ingeniería y otras actividades conexas de consultoría técnica Tarifa
CUFE: 38ef37646a4bfbf5fd8b06b9ee6713a8be996d7f52f54ff79692ae5efc78fc1f478d1e9efefff72f809f2b180c25c2f

Fabricante Software y Proveedor tecnológico: Siigo SAS - Nit 830.048.145-8. Nombre Software: Siigo Nube. Firma electrónica: ver en el XML

cte

Usuario Ordenó
EGALLO

EMPRESA DE SERVICIOS RETIRAR S.A E.S.P

NIT 811028985-3

ORDEN DE PAGO NÚMERO : 2025-1856

Fecha/Estado

Comprobante: 03 : CAUSACION SP ACUEDUCTO — 17/12/2025 **ORDENAI**

TIPO PAGO: Otros Pagos **CONTRATO:** OPS041-2025

PAGADO A: HEURESIS S.A.S ,Id: 900567242

DESCRIPCIÓN: DISPONIBILIDAD PRESTACION DE SERVICIOS DE DISEÑO CONCEPTUAL DE LA ESTACION DE CLASIFICACION Y APROVECHAMIENTO, DISEÑO DE MESA DE CLASIFICACIÓN, SUPERVION E INSTALACION, PARA LA EMPRESA RETIRAR S.A E.S.P, DE EL RETIRO ANTIOQUIA

Doc. Ref. : A23

Vlr Bruto: 11,900,000.00 **Vlr Deducc.:** 1,585,000.00 **Vlr Amortiz.:** 0.00 **Valor Neto:** **10,315,000.00**

REGISTRO PRESUPUESTAL

#Reserva CDP	# CRP	Fondo	Depen.	Código	Descripción	Vlr. x Código
1067	1155	1.3.1.1.12	13	2.1.2.02.03.009.04.01	MEJORAMIENTO DE LOGISTICA PARA LA SEPARACION DE RESIDUOS EN LA ECA	$11,900,000.00

TOTAL: **$11,900,000.00**

DETALLE DE LAS DEDUCCIONES

Descripción		Vlr. Base	Valor	Descripción		Vlr. Base	Valor
ESTAMPILLA PROANCIANO 3%	3	$10,000,000	$300,000	ESTAMPILLA PROCULTURA 2%	2	$10,000,000	$200,000
SERVICIOS 4%	4	$10,000,000	$400,000	IVA COSTOS	19	$10,000,000	$1,900,000
RETEIVA SERVICIOS 15%	15	$1,900,000	$285,000	ESTAMPILLA PRODEPORTE 2%	2	$10,000,000	$200,000
ESTAMPILLA PARA LA JUSTICIA FAMILIAR	2	$10,000,000	$200,000				

TOTAL Deducibles: **$1,585,000.00** **TOTAL no Deducibles:** **$1,900,000.00**

YEIDER ALEXANDER RINCON BENJUMEA
GERENTE

""

YEIDER ALEXANDER RINCON BENJUMEA
Dirección: CLL 19 N 26 150 EL RETIRO, ANT Teléfono: 5412887 Fax: Nit: 811028985-3 Correo Electrónico: apoyo2@retirarsaesp.com

Cfe

Empresa: RETIRAR S A E S P **Nit:** 811028985
Usuario: YEIDER ALEXANDER RINCON BENJUMEA

6 de Febrero de 2026 5:44:30 PM
Dirección IP: 186.97.230.107

Su última entrada a la Sucursal Virtual Empresas fue el: viernes, 06 de febrero de 2026 - 4:18 PM

Consulta del Detalle de la Transacción

Encabezado | **Detalle** | Verificación | Confirmación

Imprimir

Bancolombia NIT 890903938-8
RETIRAR S A E S P
NIT: 811028985
FECHA: 06/02/2026

Entidad	BANCOLOMBIA
Producto Beneficiario	55102648951
Identificación Beneficiario	900567242
Nombre del Beneficiario	Heuresis SAS
Tipo de Producto	Ahorros
Tipo de Transacción	37
Valor	10,315,000.00
Concepto de la Transacción	A23
Referencia	A23
Lugar de Pago	S
Estado del Pago:	PAGO EXITOSO Y ABONADO EN CUENTA BANCOLOMBIA

Regresar

EMPRESA DE SERVICIOS RETIRAR S.A E.S.P

NIT 811028985-3

Usuario Pago:
EGALLO
-20251856

COMPROBANTE DE EGRESO NÚMERO : 2026-00200

Fecha de Pago: 06-02-2026 **Estado:** PAGADO

PAGADO A: HEURESIS S.A.S ,Id: 900567242

DESCRIPCIÓN: DISPONIBILIDAD PRESTACION DE SERVICIOS DE DISEÑO CONCEPTUAL DE LA ESTACION DE CLASIFICACION Y APROVECHAMIENTO, DISEÑO DE MESA DE CLASIFICACIÓN, SUPERVION E INSTALACION, PARA LA EMPRESA RETIRAR S.A E.S.P, DE EL RETIRO ANTIOQUIA

Otros:

Tipo Pago	Doc. Ref. : A23
PGNOR	

Vlr Bruto: 11,900,000.00 **Vlr Deducc.:** 1,585,000.00 **Vlr Amortiz.:** 0.00 **Valor Neto:** 10,315,000.00

DETALLE DE LOS BANCOS

Banco	Nro. Cuenta	Nro. Cheque	Beneficiario	Valor
7 BANCOLOMBIA	41245314532	TRANSFERENCIA	HEURESIS S.A.S ,Id: 900567242	$10,315,000.00
			Total:	**$10,315,000.00**

DETALLE DE LAS DEDUCCIONES

Descripción		Vlr. Base	Valor	Descripción		Vlr. Base	Valor
ESTAMPILLA PROANCIANO 3%		$10,000,000	$300,000	ESTAMPILLA PROCULTURA 2%		$10,000,000	$200,000
SERVICIOS 4%		$10,000,000	$400,000	IVA COSTOS		$10,000,000	$1,900,000
RETEIVA SERVICIOS 15%		$1,900,000	$285,000	ESTAMPILLA PRODEPORTE 2%		$10,000,000	$200,000
ESTAMPILLA PARA LA JUSTICIA FAMILIAR		$10,000,000	$200,000				
TOTAL Deducibles:			**$1,585,000.00**	**TOTAL no Deducibles:**			**$1,900,000.00**

YEIDER ALEXANDER RINCON BENJUMEA
GERENTE

""

YEIDER ALEXANDER RINCON BENJUMEA
Dirección: CLL 19 N 26 150 EL RETIRO, ANT Teléfono: 5412887 Fax: Nit: 811028985-3 Correo Electrónico: apoyo2@retirarsaesp.com