



MINISTERIO DE CIENCIA,
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

PRESENTACIÓN PROYECTO

- [Generalidades](#)
- [Grupos](#)
- [Palabras Claves](#)
- [Entidades/Personas](#)
- [Entidades/Personas General](#)
- [Descripciones](#)
- [Cronograma](#)
- [Productos](#)
- [Personal](#)
- [Rubros](#)
- [Rubros Entidad](#)
- [Detalles Rubros](#)
- [Rubros por Año](#)
- [Contrapartida](#)

Generalidades

Código Registro:	82312
Título:	Valorización integral de residuos postconsumo e industriales para el desarrollo de materiales con potencial catalítico bajo un enfoque de economía circular
Convocatoria:	890-2020 CONV. PARA EL FORTALECIMIENTO DE CTel EN INST. DE EDUCACIÓN SUPERIOR PÚBLICAS MECANISMO 1
Programa Nacional de CTel:	D
Entidad/Persona:	POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID
Tipo:	Proyecto
Tipo Financiación:	RECUPERACIÓN CONTINGENTE
Lugar Ejecución:	ANTIOQUIA - MEDELLÍN
Duración en Meses:	36
Ejecución Cronograma en:	Meses
Focos Estratégicos:	Foco 4. Bioeconomía, Biotecnología y Medio Ambiente
Temática(s):	Línea 4.9. Desarrollo de procesos y productos industriales enfocados al consumo responsable.

Grupos

Código	Nombre	Entidad	Clasificación	Número de Resolución	Año de Resolución
COL0008979	Grupo de Investigaciones en Minerales, Biohidrometalurgia y Ambiente	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	A	379	2016
COL0147893	Ciencias Basicas Aplicadas Tecnológico Antioquia-CBATA-	TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	A	000379	2016
COL0037846	Grupo de Investigación en Catálisis Ambiental y Energías Renovables	POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	B	0379	2016
COL0015393	Química de Recursos Energéticos y Medio Ambiente	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	A1	1490	2017
COL0002439	Ciencia y Tecnología de Materiales	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	A1	379	2016

Palabras Claves

- ECONOMÍA CIRCULAR
- RESIDUOS POSTCONSUMO
- MATERIALES CARBONOSOS
- CATALIZADORES HETEROGÉNEOS
- RESIDUOS INDUSTRIALES
- VALORIZACIÓN DE RESIDUOS

Entidades/Personas

Nombre Entidad/Persona	Rol
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	ALIADO
TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	ALIADO
POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	EJECUTOR

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	ALIADO
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	ALIADO

Entidades/Personas General

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Tipo Postulante:	Persona Jurídica	Tipo Documento:	NIT
Identificación / Nit:	899999063	Digito de Verificación:	3
Ciudad:	BOGOTÁ, D.C.		
Dirección:	CR 45 26-85 Ed. Uriel Gutierrez Piso 5	Fax:	
Página Web:		Email:	vicinvest_nal@unal.edu.co
Tipo Cubrimiento:	Nacional		
Tipo Entidad Proponente:	a. Las que cuenten con reconocimiento vigente del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, como actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – SNCTI.		
¿Va a aplicar a la convocatoria de Patentes?	Si		

Representante Legal

Nombre:	DOLLY MONTOYA CASTAÑO		
Tipo Identificación:	CEDULA DE CIUDADANIA	Numero Identificación:	41437894

Primer Contacto

Nombre:	CAMILO YOUNES VELOSA	Cargo:	Vicerrector de Investigación
Teléfono Contacto:	3165000 ext. 18552	Email:	vicinvest_nal@unal.edu.co

Clasificación

Sector:	EDUCATIVO		
Dirección:	CR 45 26-85 Ed. Uriel Gutierrez Piso 5	Teléfono:	3165000
Tipo Entidad:	UNIVERSIDAD PUBLICA	Tipo Empresa:	
Naturaleza Juridica:	ENTIDAD ESTATAL	Tamaño:	GRANDE

Información Adicional

Exporta:	No	Matrícula Cámara:	
Fecha Constitución:		Activo total último año:	

TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA

Tipo Postulante:	Persona Jurídica	Tipo Documento:	NIT
Identificación / Nit:	890905419	Digito de Verificación:	6
Ciudad:	MEDELLÍN		
Dirección:	CALLE 78B No. 72a-220	Fax:	57 4 4547050
Página Web:	www.tdea.edu.co	Email:	fvargas@tdea.edu.co
Tipo Cubrimiento:	Nacional		

Tipo Entidad Proponente:	a) Las entidades del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) que cuenten con reconocimiento vigente por parte de COLCIENCIAS		
¿Va a aplicar a la convocatoria de Patentes?	No		

Representante Legal			
Nombre:	LEONARDO GARCIA BOTERO		
Tipo Identificación:	CEDULA DE CIUDADANIA	Numero Identificación:	9731891

Primer Contacto			
Nombre:	FABIO ALBERTO VARGAS AGUDELO	Cargo:	Director de Investigación
Teléfono Contacto:	5600040	Email:	fvargas@tdea.edu.co

Clasificación			
Sector:	EDUCATIVO		
Dirección:	CALLE 78B No. 72a-220	Teléfono:	57 4 4547000
Tipo Entidad:	UNIVERSIDAD PUBLICA	Tipo Empresa:	
Naturaleza Jurídica:	ENTIDAD ESTATAL	Tamaño:	MEDIANA

Información Adicional			
Exporta:	No	Matrícula Cámara:	
Fecha Constitución:		Activo total último año:	

POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID

Tipo Postulante:	Persona Jurídica	Tipo Documento:	NIT
Identificación / Nit:	890980136	Dígito de Verificación:	6
Ciudad:	MEDELLÍN		
Dirección:	Carrera 48 # 7-151	Fax:	
Página Web:	http://www.politecnicojic.edu.co/	Email:	dinvestigacion@elpoli.edu.co
Tipo Cubrimiento:	Nacional		
Tipo Entidad Proponente:			
¿Va a aplicar a la convocatoria de Patentes?	No		

Representante Legal			
Nombre:	JAIRO ALEXANDER OSORIO SARAZ		
Tipo Identificación:	CEDULA DE CIUDADANIA	Numero Identificación:	71756431

Primer Contacto			
Nombre:	ROBINSON OSORIO HERNANDEZ	Cargo:	DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADOS
Teléfono Contacto:	3197900 OPCIÓN 1 EXT 108	Email:	dinvestigacion@elpoli.edu.co

Clasificación			
----------------------	--	--	--

Sector:	EDUCATIVO		
Dirección:	Carrera 48 # 7-151	Teléfono:	3197900 OPCIÓN 1 EXT 108
Tipo Entidad:	UNIVERSIDAD PUBLICA	Tipo Empresa:	
Naturaleza Jurídica:	NO CONTRIBUYENTE	Tamaño:	

Información Adicional			
Exporta:	No	Matrícula Cámara:	
Fecha Constitución:		Activo total último año:	

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Tipo Postulante:	Persona Jurídica	Tipo Documento:	NIT
Identificación / Nit:	890980040	Digito de Verificación:	8
Ciudad:	MEDELLÍN		
Dirección:	CALLE 67 53 108	Fax:	
Página Web:	www.udea.edu.co	Email:	viceinvestigacion@udea.edu.co
Tipo Cubrimiento:	Nacional		
Tipo Entidad Proponente:			
¿Va a aplicar a la convocatoria de Patentes?	Si		

Representante Legal			
Nombre:	JOHN JAIRO ARBOLEDA CESPEDES		
Tipo Identificación:	CEDULA DE CIUDADANIA	Numero Identificación:	71631136

Primer Contacto			
Nombre:	LUZ FERNANDA JIMÉNEZ SEGURA	Cargo:	Vicerrectora de Investigación
Teléfono Contacto:	(4)2195190	Email:	viceinvestigacion@udea.edu.co

Clasificación			
Sector:	EDUCATIVO		
Dirección:	CALLE 67 53 108	Teléfono:	219 51 90
Tipo Entidad:	UNIVERSIDAD PUBLICA	Tipo Empresa:	
Naturaleza Jurídica:	ENTIDAD ESTATAL	Tamaño:	GRANDE

Información Adicional			
Exporta:	No	Matrícula Cámara:	
Fecha Constitución:		Activo total último año:	

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Tipo Postulante:	Persona Jurídica	Tipo Documento:	NIT
Identificación / Nit:	890201213	Digito de Verificación:	4

Ciudad:	BUCARAMANGA		
Dirección:	Carrera 27 calle 9	Fax:	76344000
Página Web:	www.uis.edu.co	Email:	pevie@uis.edu.co
Tipo Cubrimiento:	Nacional		
Tipo Entidad Proponente:			
¿Va a aplicar a la convocatoria de Patentes?	Si		

Representante Legal			
Nombre:	Hernán Porras Díaz		
Tipo Identificación:	CEDULA DE CIUDADANIA	Numero Identificación:	13843619

Primer Contacto			
Nombre:	Fernando Rondón González	Cargo:	Vicerrector de Investigación y Extensión
Teléfono Contacto:	6344000 ext.2220	Email:	pevie@uis.edu.co

Clasificación			
Sector:	EDUCATIVO		
Dirección:	Carrera 27 calle 9	Teléfono:	+5776344000
Tipo Entidad:	UNIVERSIDAD PUBLICA	Tipo Empresa:	
Naturaleza Juridica:	ENTIDAD ESTATAL	Tamaño:	MEDIANA

Información Adicional			
Exporta:	No	Matrícula Cámara:	
Fecha Constitución:		Activo total último año:	

Descripciones

CONFORMACIÓN DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

La alianza quedará compuesta por los grupos de investigación pertenecientes a las instituciones que se identifican en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Detalle de los grupos de investigación que conforman la alianza.

Institución	Participación	Grupo de Investigación	Código GrupLAC	Enlace al Grupo

Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid (PCJIC)	Proponente	Grupo de Investigación en Catálisis Ambiental y Energías Renovables (CAMER).	COL0037846	https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/Medicion/graficas/verPerfiles.jsp?id_convocatoria=20&nroldGrupo=00000000002044
Tecnológico de Antioquia (TdeA)	Aliado	Grupo de Investigación Ciencias Aplicadas del tecnológico de Antioquia (CBATA)	COL0147893	https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/Medicion/graficas/verPerfiles.jsp?id_convocatoria=20&nroldGrupo=000000000014995
Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín (UNAL-Medellín)	Aliado	Ciencia y Tecnología de Materiales (CTM)	COL0002439	https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/Medicion/graficas/verPerfiles.jsp?id_convocatoria=20&nroldGrupo=00000000001584
Universidad Industrial de Santander (UIS)	Aliado	Grupo de Investigación en Minerales, Biohidrometalurgia y Ambiente (GIMBA)	COL0008979	https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/Medicion/graficas/verPerfiles.jsp?id_convocatoria=20&nroldGrupo=00000000003028
Universidad de Antioquia (UdeA)	Aliado	Química de recursos energéticos y medio ambiente (QUIREMA)	COL0015393	https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/Medicion/graficas/verPerfiles.jsp?id_convocatoria=20&nroldGrupo=00000000001870

El equipo de investigadores que conforman la alianza se detalla en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Conformación del equipo de investigadores de la alianza.

Institución (Grupo)	Nombre Completo	Cédula	Correo Electrónico	Tipo de Participación
Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid (CAMER)	Alba Nelly Ardila Arias	43600604	anardila@elpoli.edu.co	Investigadora principal
Universidad Nacional de Colombia (CTM)	Luz Marina Ocampo Carmona	43667144	lmocampo@unal.edu.co	Co-investigadora

Tecnológico de Antioquia (CBATA)	Leidy Astrid Hoyos Giraldo	43984126	leidy.hoyos@tdea.edu.co	Co-investigadora
Universidad Industrial de Santander (GIMBA)	Pedro Luis Delvasto Angarita	CE -521411	delvasto@uis.edu.co	Co-Investigador
Universidad de Antioquia (QUIREMA)	Jorge Andrés Moreno Lopera	71738910	jorge.moreno@udea.edu.co	Co-Investigador

En la Tabla 3 se detalla el personal que integrará el equipo, sus funciones y tiempo de dedicación.

Tabla 3. Funciones y Dedicación del Personal adscrito al proyecto en alianza

Grupo de Investigación	Nombre Completo	Rol en el Proyecto: Investigador/ Coinvestigador/ Personal Apoyo o Estudiante en Formación	Formación Académica	Función dentro del Proyecto	Dedicación (Horas/Semana) y meses
CAMER-PCJIC	Alba Nelly Ardila Arias C.C. 43600604 de Medellín	Investigador principal	Lic. Educación Biología y Química, Es. En Manejo y Gestión del Recurso Hídrico, M. Sc. en Ciencias Químicas, Ph.D en Ingeniería Química	Coordinación administrativa general y técnica del proyecto. Coordinación de las actividades experimentales relacionadas con valorizar residuos posconsumo de llantas, siguiendo rutas termoquímicas y químicas, con el fin de extraer u obtener sustancias útiles y potencialmente comercializables, aplicables en la manufactura sostenible de catalizadores industriales para procesos	10 horas a la semana durante 36 meses
CAMER-PCJIC	Erasmus Arriola Villaseñor C.E. 577532	Personal de Apoyo	Ingeniero en Energía, M. Sc. en Ingeniería Química	Experto para asesoramiento y apoyo en la obtención y caracterización de materiales catalíticos provenientes de residuos	24 horas a la semana durante 36 meses

CAMER-PCJIC	Laura Garcia Gutierrez CC 1000204232	Estudiante en Formación	Estudiante de Tecnología o de Pregrado Poner áreas tentativas según carreras de cada institución	Desarrollo de actividades científicas relacionadas con la evaluación catalítica de los catalizadores metálicos heterógeneos.	8 horas por semana durante 6 meses
CAMER-PCJIC	Lisney Carina López Molina CC 1036679693	Estudiante en Formación	Estudiante de Tecnología o de Pregrado Poner áreas tentativas según carreras de cada institución	Desarrollo de de las actividades científicas relacionadas con la síntesis y caracterización fisicoquímica y espectroscópica e los catalizadores metálicos heterógeneos.	8 horas por semana durante 6 meses
CTM	Luz Marina Ocampo Carmona CC 43667144	Investigador Principal	Ingeniera Química, con maestría y doctorado en Ingeniería Metalúrgica y de Materiales	Coordinación de las actividades experimentales relacionadas con el aprovechamiento de residuos de los procesos de galvanizado en Caliente y baterías ión-litio	6 horas a la semana durante 36 meses
CTM	Verónica Correa Rodríguez CC 1037587608	Personal de Apoyo	Ingeniera Química, estudiante de maestría en Ingeniería - Materiales y Procesos	Asesoramiento y apoyo en las etapas de caracterización de residuos que se utilizarán para obtener los precursores de cobalto y hierro. Así como en las etapas necesarias de pre-tratamiento, de forma que puedan servir como precursores metálicos.	24 horas a la semana durante 36 meses
CTM	Juan José Pardo Saray CC 1032492453	Estudiante en Formación	Maestría en Ingeniería - Materiales y Procesos	Experimentación en la recuperación de hierro a partir de los lodos de galvanizado en caliente	24 horas a la semana durante 12 meses
CTM	Juan Diego Quintero Correa CC 1042065942	Estudiante en Formación	Estudiante de de Pregrado Ingeniería química	Experimentación en la recuperación de cobalto a partir de baterías ión-litio	8 horas por semana durante 6 meses

CBATA-TdeA	Leidy Astrid Hoyos Giraldo CC 43984126 de Medellín	Co-Investigadora 5	Química, Ph. D en Ciencias Químicas	Coordinación de las actividades experimentales relacionadas con la valorización de los residuos provenientes de plásticos y de la fabricación de material textil quirúrgico, a partir de pirólisis con catalizadores con el fin de obtener sustancias útiles y potencialmente comercializables. Evaluar la producción de materiales carbonosos y catalíticos a partir de residuos de plásticos y su uso potencial en diferentes aplicaciones.	
CBATA-TdeA	Manuela Lara Vásquez CC 1035920040	Estudiante en Formación	Estudiante de Ingeniería ambiental	Obtención de catalizadores porosos para la pirólisis de materiales plásticos y residuos textiles quirúrgicos.	8 horas por semana durante 6 meses
GIMBA-UIS	Pedro Luis Delvasto Angarita CE-521411	Co-Investigador	Ingeniero de Materiales. MSc. en Ingeniería de Materiales. Doctor en Ciencia y Tecnología de Materiales	Coordinación de las actividades experimentales relacionadas con	1 hora a la semana durante 18 meses
GIMBA-UIS	Diego Nicolas Sarques Suarez CC 11101694524	Estudiante en Formación	Estudiante de Ingeniería Metalúrgica	Procesamiento hidrometalúrgico de baterías alcalinas para la recuperación selectiva de Mn y Zn	8 horas por semana durante 6 meses
GIMBA-UIS	Silvia Juliana Bermejo Villamarin CC 11098797368	Estudiante en Formación	Estudiante de Ingeniería Metalúrgica	Producción de precursores de Mn y Zn para materiales catalíticos a partir de baterías alcalinas	8 horas por semana durante 6 meses
UdeA-QUIREMA	Jorge Andrés Moreno Lopera CC 71738910	Co-Investigador	Químico, Magíster y Doctor en Ciencias Químicas	Coordinación de las actividades experimentales relacionadas con la preparación, caracterización y evaluación de catalizadores para la Síntesis Fischer-Tropsch.	4 horas a la semana durante 36 meses

UdeA-QUIREMA	Sebastián Amar Gil CC 1037648978	Estudiante en Formación	Maestría	Preparación, caracterización y evaluación de catalizadores	24 horas a la semana durante 12 meses
UdeA-QUIREMA	David García Contreras, CC 1152219465	Estudiante en Formación	Estudiante pregrado en Química	Preparación, caracterización y evaluación de catalizadores	8 horas por semana durante 6 meses

ANTECEDENTES Y TRAYECTORIA DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN SOLICITANTE EN LA TEMÁTICA ESPECÍFICA DEL PROYECTO

Los grupos de investigación que conforman la alianza de esta propuesta son grupos calificados, con alta trayectoria científica para el desarrollo de la propuesta donde se integrarán conocimientos sobre el manejo de residuos y su transformación en productos de valor agregado. A continuación se detalla el campo de acción de cada uno de los grupos.

Grupo de Investigación en Catálisis Ambiental y Energías Renovables (CAMER): El Grupo CAMER es interdisciplinario y está formado por investigadores docentes, jóvenes investigadores, estudiantes de pregrado y posgrado, con una amplia experiencia en la línea de Investigación en Valorización de Residuos y Catálisis, lo que le permite asegurar la calidad de las investigaciones que se realizan y la pertinencia de las soluciones propuestas. La producción científica del Grupo CAMER es producto de las actividades y proyectos de investigación realizados por sus integrantes y financiados por el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid y otras instituciones de carácter nacional e internacional. Se cuenta con una gran experiencia en la formulación y ejecución de proyectos de investigación, desarrollo e innovación orientados a la valoración y aprovechamiento de diferentes tipos de residuos como neumáticos de llantas usadas, banano, así como también en el desarrollo de diferentes materiales catalíticos y adsorbentes para la remediación ambiental. Por otro lado, el grupo CAMER cuenta con una amplia producción de conocimiento científico y divulgativo en eventos de carácter científico y publicaciones en revistas indexadas de circulación nacional e internacional. Finalmente, la conformación de redes de conocimiento y formalización de convenios de cooperación nacional e internacional ha permitido el desarrollo de diferentes investigaciones con pares académicos de alta trayectoria científica en las diferentes líneas de investigación del grupo.

Grupo de Ciencia y Tecnología de Materiales (CTM): El grupo CTM está conformado por docentes-investigadores de alta calidad científica, quienes han guiado los proyectos de investigación y las tesis de jóvenes investigadores, estudiantes de pregrado, maestría y doctorado en las líneas de valorización de residuos urbanos, mineros e industriales, corrosión y protección, lo que le permite tener la experiencia para la feliz culminación de los subproyectos planteados. Además de que tiene una participación muy alta en los programas de Maestría en Ingeniería: Materiales y Procesos, Maestría en Recurso Minerales, Doctorado en Ingeniería. Ciencia y Tecnología de Materiales. Además, en los programas de Ingeniería Química, Mecánica, Minas y Metalurgia, Física.

Grupo de Investigación Ciencias Aplicadas del tecnológico de Antioquia (CBATA): El grupo CBATA, cuenta con investigadores docentes del departamento de Ciencias Básicas. El personal formado tiene un alto nivel académico y una alta capacidad investigativa. La línea de investigación CIENCIAS AL SERVICIO DE LA COMUNIDAD la cual tiene por objetivo abordar, desde un enfoque interdisciplinario que involucra a las ciencias básicas y su contexto, los retos y situaciones de actual relevancia en los ámbitos locales, regionales y nacionales. En el marco de esta línea de investigación se han desarrollado proyectos relacionados con mejoras en la calidad ambiental como: Estudio de la actividad catalítica de enzimas usadas en la degradación de materiales plásticos y extracción de enzimas para la degradación del PET.

Química de recursos energéticos y medio ambiente (QUIREMA): el grupo QUIREMA fue creado en 1982 y actualmente está conformado por ocho docentes e investigadores con título de PhD y vinculados a al Instituto de Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Antioquia. El grupo de investigación tiene como objetivo la realización de estudios básicos y aplicados relacionados con el desarrollo y adaptación de tecnologías para uso racional y ambientalmente apropiado de

recursos energéticos tales como carbón, biomasa, petróleo y gas natural. El grupo busca la ampliación permanente de las relaciones académicas con instituciones reconocidas en el ámbito nacional e internacional y formalización de convenios con empresas del sector público y privado involucradas en el sector energético y/o ambiental. El grupo QUIREMA se encuentra clasificado en la categoría A1 por COLCIENCIAS. Actualmente se desarrollan las siguientes líneas de investigación: 1) Valoración energética y química de combustibles fósiles, biomasa y residuos. 2) Reducción del impacto ambiental causado por el uso de combustibles 3) Diseño, preparación y caracterización de catalizadores y materiales carbonosos. En relación con la temática de este proyecto, el grupo QUIREMA lleva trabajando desde hace ocho años aproximadamente en el proceso para la producción de combustibles sintéticos vía síntesis Fischer-Tropsch, donde se ha contribuido con la formación de un estudiante de doctorado, uno de maestría y seis de pregrado. Además, se cuenta con una patente internacional en colaboración con el Instituto Coreano de Investigación en Energía (KIER, Corea en Sur), relacionada con el desarrollo de un catalizador obtenido a partir de un mineral de hierro colombiano activo para la síntesis para la síntesis Fischer-Tropsch.

Grupo de Investigación en Minerales, Biohidrometalurgia y Ambiente (GIMBA): El grupo GIMBA lleva a cabo investigaciones de alta pertinencia social en diversos aspectos, tanto industrial como ambiental, de la metalurgia extractiva. Entre sus diversas líneas de investigación, se encuentra la de la metalurgia recuperativa o minería urbana, la cual se enfoca en aspectos de economía circular y tratamiento de menas urbanas, tales como residuos electrónicos, pilas, baterías y residuos industriales provenientes de procesos de minería y siderurgia. Cuenta con docentes-investigadores con grado académico de doctorado y sus estudiantes participan activamente tanto en proyectos de pregrado en Ingeniería química e Ingeniería metalúrgica, así como en los programas de Maestría y Doctorado en Ingeniería Química e Ingeniería de Materiales.

A continuación, se describen los investigadores que hacen parte de la propuesta de investigación y su trayectoria en la temática planteada:

ALBA NELLY ARDILA ARIAS: Licenciada en Educación Biología y Química, Especialista en Manejo y Gestión del Agua y Magíster en Ciencias Químicas de la Universidad de Antioquia. Especialista en Didáctica de las Ciencias con Énfasis en Matemáticas y Física de la Universidad Pontificia Bolivariana y Doctora en Ciencias Ingeniería Química de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México D.F. La profesora Alba Nelly actualmente es Profesora Titular del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid y Líder del Grupo de Investigación CAMER. Además, la profesora es reconocida como Investigador Asociado (I) en la misma convocatoria con igual vigencia. Por otra parte, es la Coordinadora del Semillero de Investigación en Gestión Sostenible del Recurso Hídrico del mismo programa.

- **Proyectos:** (1) Mineralización de etilenglicol por fotocatalisis heterogénea usando Fe/TiO₂ sintetizado por diferentes métodos. (2) Degradación de fenol por fotocatalisis heterogénea usando Fe/TiO₂ sintetizado por diferentes métodos. (3) Aprovechamiento potencial del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) para la remoción de metales pesados (4) Aprovechamiento y valorización de residuos de llantas: Una alternativa ambiental y económicamente viable (5) Aprovechamiento del residuo de cáscara de naranja para la obtención de productos de alto valor agregado. (5) Aprovechamiento del residuo de cáscara de banano para la remoción de colorantes presentes en aguas residuales industriales, 2018 - 2019; (6) Caracterización Fisicoquímica de Catalizadores Bifuncionales para la Conversión de Glicerol a Productos de Alto Valor Agregado.
- **Dirección de tesis de doctorado y maestría:** (1) Modular small scale design of a biorefinery based on pineapple under the Choco region context. (2) Metodología Aplicada para el Manejo, Gestión y Tratamiento de los Residuos Químicos Generados en el Laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, 2011; (3) Propuesta Ambiental para la Evaluación y Manejo de los Residuos Peligrosos Generados en los Laboratorios de Docencia de la Universidad de Gran Colombia Seccional Armenia, 2014; (4) Desarrollo de catalizadores Pt-WOx/ZrO₂ para la obtención selectiva de 1,3-propanodiol, 2015; (5) Desarrollo de Catalizadores a partir de Carbono Derivado de Llantas Usadas y su Aplicación en Remediación Ambiental, en proceso; (6) Simulación y evaluación Tecno-Económica de un proceso de producción de Ácido Clavulánico usando *Streptomyces Clavurigerus*, en proceso.
- **Dirección de tesis de pregrado:** (1) Evaluación de la extracción con solventes de productos de valor agregado a partir de residuos del cultivo de papa, 2017; (2) Evaluación del uso de cáscara de piña como adsorbente de colorantes típicos de la industria textil, 2017; (3) Obtención y caracterización de extracto de muña (*minthostachys mollis*) en el resguardo indígena de Cumbal-Nariño, 2017; (4) Simulación del proceso de pirólisis para la producción de combustibles líquidos a partir de residuos plásticos, 2017; (5) Valoración de residuos de aceite de cocina, 2018; (6) Aprovechamiento potencial del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) para la remoción de metales pesados, 2018; (7) Biocarbón de Cáscara de Naranja: Una Alternativa Sustentable para la Remoción de Colorantes de Aguas Residuales de la Industria Textil, en proceso; (8) Obtención de Biocarbón de Cáscaras de Banano para la Remoción de Colorantes, en proceso; (9) Extracción de fibras de nanocelulosa a partir de residuos del banano y su evaluación como uso potencial en la industria papelera.

- **Publicaciones:** (1) Aprovechamiento de eichhornia crassipes (lirio acuático) proveniente de la zona yuriria, guanajuato, como fuente de lignina, celulosa y hemicelulosa, 2015; (2) Morphological and physico-chemical characterization of biochar produced from selected Colombian forestal species through gasification processes, 2017; (3) Uso de biomasa seca en polvo de Eichhornia crassipes para la adsorción de cromo (VI), 2019; (3) Simulación y obtención de combustibles sintéticos a partir de la pirólisis de residuos plásticos, 2019; (4) Producción de etanol a partir de piñas de rechazo de cultivos del Chocó, 2019; (5) A Bio refinery approach from pineapple waste in the context of Choco-Colombia region, 2019; (6) Use of industrial waste for the bioremediation of water used in industrial processes, 2019; (6) Uso de biomasa seca de cáscara de naranja para la remoción de colorantes presentes en aguas residuales de la industria textil, 2019; (7) Obtención de materiales carbonosos a partir del residuo de cáscara de banano y su uso en la remoción de colorantes presentes en aguas residuales de la industria textil, 2020; (8) Glycerol hydrodeoxygenation to 1,2-propanediol catalyzed by CuPd/TiO₂-Na, 2017; (9) Degradation of ethylene glycol through photo-Fenton heterogeneous system, 2019; (10) Phenol photocatalytic degradation over Fe-TiO₂ materials synthesized by different methods. 2019.

ERASMO ARRIOLA VILLASEÑOR: Ingeniero en Energía y Magíster en Ciencias Ingeniería Químicas de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México D.F. Erasmo Arriola actualmente es Profesor de Cátedra del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid e integrante activo del Grupo de Investigación CAMER. Erasmo es el Coordinador del Semillero de Investigación en Gestión Sostenible del Recurso Hídrico del mismo programa.

- **Proyectos:** (1) Mineralización de etilenglicol por fotocatalisis heterogénea usando Fe/TiO₂ sintetizado por diferentes métodos; (2) Degradación de fenol por fotocatalisis heterogénea usando Fe/TiO₂ sintetizado por diferentes métodos; (3) Aprovechamiento potencial del lirio acuático (Eichhornia crassipes) para la remoción de metales pesados; (4) Aprovechamiento y valorización de residuos de llantas: Una alternativa ambiental y económicamente viable; (5) Aprovechamiento del residuo de cáscara de naranja para la obtención de productos de alto valor agregado; (6) Aprovechamiento del residuo de cáscara de banano para la remoción de colorantes presentes en aguas residuales industriales; (6) Caracterización Físicoquímica de Catalizadores Bifuncionales para la Conversión de Glicerol a Productos de Alto Valor Agregado.
- **Codirección de tesis de pregrado:** (1) Aprovechamiento potencial del lirio acuático (Eichhornia crassipes) para la remoción de metales pesados, 2018; (2) Biocarbón de Cáscara de Naranja: Una Alternativa Sustentable para la Remoción de Colorantes de Aguas Residuales de la Industria Textil, en proceso; (3) Obtención de Biocarbón de Cáscaras de Banano para la Remoción de Colorantes.
- **Publicaciones:** (1) Uso de biomasa seca en polvo de Eichhornia crassipes para la adsorción de cromo (VI), 2019; (2) Uso de biomasa seca de cáscara de naranja para la remoción de colorantes presentes en aguas residuales de la industria textil, 2019; (3) Obtención de materiales carbonosos a partir del residuo de cáscara de banano y su uso en la remoción de colorantes presentes en aguas residuales de la industria textil, 2020; (4) Degradation of ethylene glycol through photo-Fenton heterogeneous system, 2019; (5) Phenol photocatalytic degradation over Fe-TiO₂ materials synthesized by different methods, 2019.

LUZ MARINA OCAMPO CARMONA: Ingeniera Química con M. Sc. y D.Sc en Ingeniería Metalúrgica y de Materiales, es la directora del grupo Ciencia y Tecnología de Materiales - CTM (COL0002439 - categoría A1) y directora del Dentro del semillero en reciclaje de materiales y tratamiento de efluentes, que hace parte del grupo CTM, en el cual participan estudiantes de pregrado y posgrado y algunos egresados. La profesora Luz Marina, actualmente es profesora asociada de la Universidad Nacional de Colombia e Investigadora Asociada de Colciencias. Ha sido docente de los cursos de pregrado: ciencia de los materiales, electroquímica metalúrgica, seminarios de ingeniería, química metalúrgica, electrometalurgia y corrosión, electrometalurgia, corrosión y protección y de los cursos de posgrado: fundamentos de corrosión, recuperación y reciclaje de materiales y de tópicos especiales en metalurgia extractiva II (electrometalurgia).

- **Proyectos:** (1) Red Unalmed para la sostenibilidad ambiental. Convocatoria nacional para el fomento de alianzas de investigación. Convocatoria Creación Artística e Innovación de la Universidad Nacional de Colombia; (2) Recuperación de zinc a partir de residuos sólidos mineros mediante biolixiviación por bacterias acidófilas Convocatoria de la Universidad Nacional de Colombia.
- **Dirección de tesis de maestría:** (1) “Recuperación de zinc a partir de residuos sólidos mineros mediante biolixiviación por bacterias acidófilas”. En proceso; (2) “Estabilización de lodo de galvanoplastia mediante tratamiento térmico para su incorporación en la fabricación de material cerámico”. En proceso; (3) “Modelación del comportamiento del cobre de las aguas residuales vertidas al alcantarillado público por una empresa de cobrizado”. En proceso; (4) “Detección de los puntos críticos del proceso de galvanizado por inmersión en caliente: un enfoque hacia la sostenibilidad y el desarrollo sostenible”. 2018; (9) “Planteamiento de un proceso metalúrgico para la recuperación del zinc de la escoria generada en el baño del galvanizado en caliente de la empresa GALCO”. 2018.

- **Publicaciones:** (1) Adaptation of *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Acidithiobacillus thiooxidans* and *Leptospirillum ferrooxidans* strains on sphalerite concentrate from mining waste. *Respuestas*, 24 (3); (2) Recovery of Cobalt from Spent Lithium-Ion Mobile Phone Batteries Using Liquid-Liquid Extraction. *Batteries* 2019, 5, 44; (3) A holistic framework for assessing hot-dip galvanizing process sustainability. *Journal of Cleaner Production* 206 (2019); (4) Production and characterization of the mechanical and thermal properties of expanded polystyrene with recycled material; (5) Conminución y análisis granulométrico para un proceso de recuperación de cobalto a partir de baterías de teléfonos móviles. *Gestión y Ambiente* 19.

LEIDY ASTRID HOYOS GIRALDO: Química y Doctora en Ciencias Químicas de la Universidad de Antioquia. Docente ocasional de la Institución Universitaria Tecnológico de Antioquia y forma parte del grupo de investigación CBATA. El semillero de Investigación Quimnova del Tecnológico de Antioquia se encuentra bajo su coordinación. Su trabajo se ha enfocado en la síntesis y caracterización de materiales principalmente a escala micro y nanométrica con aplicaciones como adsorbentes, generación de energía y diferentes usos ambientales.

- **Proyectos:** (1) Síntesis y caracterización de carbones mesoporosos; (2) Caracterización de carbones mesoporosos para celdas de combustible de hidrógeno; (3) Estudio de la actividad catalítica de enzimas usadas en la degradación de materiales plásticos; (4) Producción y caracterización de enzimas con aplicaciones potenciales en la degradación del polietilenteraftalato.
- **Dirección de tesis de pregrado:** (1) Estudio para la fijación de CO₂ ambiental para la producción de biodiesel a partir de microalgas; (2) Las inversiones verdes y el desarrollo sostenible desde la experiencia empresarial en Antioquia, Colombia; (3) Bonos verdes en las empresas del sector construcción como instrumento de financiamiento para la mitigación de los daños al medio ambiente en la ciudad de Medellín; (4) Estrategias para el aprovechamiento de la pulpa de café de los caficultores en el municipio de Andes, Antioquia.
- **Publicaciones:** (1) Ultra-fast diffusion of hydrogen in a novel mesoporous N-doped carbon, 2020; (2) Polymerization of Aniline in different SBA-16 silica hosts, 2016; (3) Electrical properties of porous carbon powders synthesized by nanocasting of Aniline in mesoporous silica, 2014; (4) Study of the physicochemical characteristics of mesoporous carbons obtained by using SBA-16 mesoporous silica as template, 2010; (5) Effect of the porosity and hydrothermal Stability of SBA-16 type mesoporous silica on the Characteristics of Their Carbon replicas, 2008.

PEDRO LUIS DELVASTO ANGARITA: Ingeniero de Materiales Mención Metalurgia, Magíster en Ingeniería de Materiales y Doctor en Ciencia y Tecnología de Materiales. Actualmente es Profesor Asociado de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales de la Universidad Industrial de Santander (UIS) y adscrito al Grupo de Investigación GIMBA. Es Investigador Categoría Asociado (I) y Par Evaluador Reconocido en MinCiencias. Se encuentra). Actualmente, coordina el semillero de investigación, de estudiantes de pre y posgrado, en valorización y remediación de residuos mineros. Actualmente su investigación se focaliza en las áreas de valorización de residuos posconsumo de pilas y baterías desechadas y luminarias fluorescentes, desechos de la industria minero-metalúrgica y otros aspectos de sustentabilidad en procesos industriales.

- **Proyectos:** (1) “Evaluación de agentes lixiviantes basados en ácidos carboxílicos que permitan la separación selectiva del níquel y del cadmio, con el objeto de diseñar procesos hidrometalúrgicos más sustentables y aplicables en Colombia para el reciclaje de pilas y baterías desechadas”.
- **Dirección de tesis de pregrado:** (1) Valorización de la pasta anódica de pilas alcalinas gastadas a través de un proceso consecutivo de lavado, lixiviación y calcinación, 2016. (2) Obtención de productos de zinc a partir del procesamiento hidrometalúrgico de pilas alcalinas desechadas, 2015. (3) Incorporación en aleaciones de aluminio de polvos anódicos de zinc recuperados de pilas alcalinas gastadas, 2017. (4) Inertización del material catódico de pilas alcalinas gastadas empleando fundición reactiva, 2017. (5) Determinación de la composición química de los lixiviados provenientes del tratamiento hidrometalúrgico de los polvos electrolíticos de baterías desechadas Ni-MH, 2016. (6) Electro-obtención de recubrimientos basados en cobalto utilizando baterías gastadas como materia prima, 2017.
- **Dirección de tesis de maestría:** (1) Electrodeposición de aleaciones de Ni, Co y codepósitos de lantano a partir de soluciones sintéticas semejantes a los lixiviados de baterías Ni-MH gastadas. (2) Obtención de recubrimientos metálicos para aplicaciones ambientales empleando como materia prima un efluente industrial que contiene níquel, en proceso.
- **Publicación de artículos:** (1) “On the Incorporation of Pristine and Pre-vitrified Alkaline Battery Waste into Non-structural Clay Bricks”. *Waste Biomass Valor* (2020). (2) "Electrolytic recovery of nickel and cobalt as multi-elemental coatings: an option for the recycling of spent Ni-MH batteries" *Journal of Physics*, v.1119 fasc.N/A p.1 - 6 ,2018, (3). "Synthesis and characterization of Zn/Ni-Co bilayer coatings using the metals recovered from spent household batteries as raw materials". (4) "Caracterización de los compuestos químicos obtenidos al emplear ácido acético como agente lixiviante en el tratamiento hidrometalúrgico de pilas Ni-MH desechadas". (5) "Characterization of a zinc-nickel alloy coating obtained from an electrolytic bath produced with spent batteries as raw materials". *Journal of Physics*: v.1119 fasc. p.1 - 6 ,2018.

JORGE ANDRÉS MORENO LOPERA: Químico, M.Sc. (Universidad de Antioquia) y D.Sc. (Universidad católica de Louvain, Belgique). Actualmente es profesor asistente en el Instituto de Química de la Universidad de Antioquia e Investigador Senior (MinCiencias). Se desempeña en el área académica de Química Inorgánica y su especialidad es en el área de catálisis heterogénea; participa además como investigador del grupo Química de Recursos Energéticos y Medio Ambiente de la Universidad de Antioquia.

- **Proyectos:** (1) Desarrollo de catalizadores para la producción de combustibles en una sola etapa a partir del gas de síntesis (2012), financiado por Colciencias y la Universidad de Antioquia. (2) Desarrollo de catalizadores para la síntesis Fischer-Tropsch a partir de un mineral de hierro colombiano (2014), Financiado por la Universidad de Antioquia.
 - **Dirección de tesis de maestría y doctorado:** (1) Tesis de doctorado: Modificación de la interacción química cobalto-soporte y de la selectividad en catalizadores para la obtención de combustibles líquidos vía el procesos Fischer-Tropsch. (2) Trabajo de investigación Maestría: Valorización de un mineral de hierro colombiano como catalizador para la síntesis Fischer-Tropsch.
 - **Publicación de artículos:** (1) Effect of Mg/Al ratio on catalytic behavior of Fischer-Tropsch cobalt-based catalysts obtained from hydrotalcites precursors. *Top. Catal.* 59 (2016). (2) NiMo-sulfide supported on activated carbon to produce renewable diesel. *Univ. Sci.* 22 (2017). (3). Iron ore as precursor for preparation of highly active χ -Fe₅C₂ core-shell catalyst for Fischer-Tropsch synthesis. *Appl. Catal. A: Gen.* 587 (2019). (4) Microwave-assited synthesis of mesostructured aluminosilicates (MA) for the preparation of nano-MoS₂/M catalysts active in decalin hydrocracking. *Microporous and Mesoporous Materials* 301 (2020).
-

RESUMEN EJECUTIVO

La economía circular tiene como reto hacer converger flujos de residuos diferentes en sistemas de valorización innovadores, que impacten significativamente la producción local y promuevan el nacimiento de ecosistemas industriales. La manufactura convencional de catalizadores heterogéneos comporta la obtención de materiales metálicos precursores y materiales cerámicos o carbonosos, actuando éstos últimos como soporte físico para los primeros. La amplia gama de posibles combinaciones de materiales, hace que la manufactura sustentable de catalizadores se convierta en un foco de atención, para el fomento de la economía circular en este sector. En este orden de ideas, la presente propuesta tiene por objetivo proponer nuevas metodologías de minería urbana, para la recuperación de compuestos metálicos precursores, a partir de residuos postconsumo de baterías (ión-litio y alcalinas), llantas y de residuos de la metalurgia industrial (procesos de galvanizado en caliente), con el fin de inmovilizarlos sobre materiales carbonosos obtenidos a partir de corrientes de residuos plásticos urbanos y de residuos textiles, provenientes de las industrias locales de manufactura de indumentaria médico-quirúrgica. Este último aspecto, le brinda una relevancia especial a la propuesta, en virtud de que, como consecuencia de la pandemia generada por la COVID-19, se ha incrementado notoriamente el flujo desechos residenciales de plástico, usados fundamentalmente en empaques y domicilios, y los residuos provenientes de las industrias nacionales que proveen material médico-quirúrgico a instituciones de servicios de salud. Los catalizadores a obtener se evaluarán de manera operativa, en procesos de catálisis heterogénea de interés local y nacional, tales como la producción de bio-combustibles, el mejoramiento de la eficiencia en procesos de combustión, la recuperación de sustancias de interés comercial a partir de biomásas, entre otros. El proyecto busca generar nuevo conocimiento de alta calidad, que impacte positivamente sobre la sustentabilidad de la industria química nacional, de una manera novedosa y multidisciplinar.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

La generación descontrolada de residuos se ha convertido en un problema ambiental, técnico, económico y social de carácter mundial, que requiere de la integración de voluntades y conocimientos de los diferentes actores, para la generación de conocimientos y apropiación de tecnologías que permitan una gestión integral de los mismos. En Colombia se generaron en el 2018 alrededor de 11,5 millones de toneladas de residuos sólidos, de origen tanto urbano como comercial e industrial, estimándose que esta cifra aumenta 3 % cada año [1]. Además, el país no es ajeno a la actual situación de pandemia asociada a la COVID-19, la

cual ha generado un incremento dramático en la generación de residuos plásticos (empaques y domicilios), pero, más críticamente, residuos de origen hospitalario. Un artículo reciente, publicado en la prestigiosa revista *Science*, estableció que, sólo en Estados Unidos, durante la pandemia la generación de residuos plásticos en hospitales alcanzó en dos meses la cantidad desechada durante todo un año previo al inicio de la pandemia [2]. Dentro de este tipo de residuos, se encuentran los textiles hidrófobos de un solo uso (indumentaria hospitalaria y tapabocas), cuyo consumo se ha disparado en los últimos meses [3]. Estos textiles, se caracterizan por ser extremadamente estables y presentar una alta resistencia a la degradación, acumulándose como desechos persistentes en vertederos y cuerpos de agua. A su vez, su reciclaje integral se ve imposibilitado, ya que como ocurre con las fracciones plásticas mezcladas, su composición es compleja y esto impide que el reciclaje simple dé lugar a materiales con las mismas propiedades, conduciendo a lo que se conoce como una degradación (*downgrading*) del producto reciclado [4]. Por este motivo, una posibilidad adecuada para su disposición final, la constituyen los procesos de pirólisis avanzada de este tipo de polímeros, los cuales permiten la recuperación de fracciones gaseosas, aprovechables para la síntesis de combustibles, así como para la síntesis de químicos de alto valor agregado [5]. Al mismo tiempo, la pirólisis genera como co-productos materiales carbonosos sólidos, los cuales sirven de materia prima para la manufactura de materiales especiales de diversa índole, entre los que destacan aquellos empleados como adsorbentes y catalizadores, con especial relevancia para aplicaciones ambientales [6].

Aparte de los residuos antes mencionados, es de hacer notar que en el país se han hecho esfuerzos notables por actualizar su marco legislativo, apalancándose en el principio de la responsabilidad extendida del fabricante o importador, para establecer una serie de sistemas de gestión adecuada de otros tipos de residuos de carácter especial, denominados genéricamente como residuos postconsumo. Tanto es así, que el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible planteó en el plan de desarrollo 2018-2022, pasar de una tasa de reciclaje y nueva utilización de residuos del 8.7% al 12% y de 218 mil toneladas a 565 mil toneladas de residuos peligrosos y especiales sujetos a gestión postconsumo [7]. Son múltiples los tipos de residuos cobijados por estas acciones legislativas, pero para efectos de la presente propuesta, el enfoque se dará en algunos de los más relevantes, debido a sus volúmenes de generación y a su capacidad contaminante, respectivamente: llantas gastadas [8], residuos plásticos o textileros y pilas o baterías domésticas agotadas [9]. Por un lado, tal y como ocurre con los residuos plásticos o textileros, las llantas gastadas constituyen un reservorio de material polimérico muy difícil de degradar de manera natural. Se ha reportado que Colombia genera cada año alrededor de 200.000 unidades de llantas residuales, las cuales en su mayoría son quemadas, incineradas o dispuestas en rellenos sanitarios [10]. Debido a lo anterior, desde julio de 2010 mediante la Resolución 1457 se establecieron en Colombia los Sistemas de recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas, obligando a los productores e importadores de neumáticos a realizar un manejo adecuado de estos desechos, sin embargo, todavía no se cuenta con una infraestructura amplia para el aprovechamiento de dicho residuo [11]. El aprovechamiento de las llantas puede resolverse de múltiples maneras, pero dado su elevado contenido en carbono, se constituye en un reservorio importante de materiales carbonosos recuperables a través de procesos pirolíticos [10]. Una de las grandes ventajas que presenta el proceso de obtención de carbón a través de la pirólisis de llantas residuales es la reducción de costos, debido a que este material es menos costoso que los carbones activados obtenidos a través de fuentes tradicionales [12]. Los procesos pirolíticos controlados, pueden constituirse en procesos de valorización complementarios con los ya existentes en Colombia, tales como la granulación del caucho y separación del acero o la recuperación energética directa por incineración. La combinación de diversas alternativas de tratamiento, permite sumar esfuerzos para aumentar la tasa de aprovechamiento de residuos de llantas en Colombia [13]. Así mismo, mediante procesos de transformación termoquímica de la llanta, es posible obtener productos de alto valor agregado, como lo son combustibles líquidos y gaseosos [11].

Por otro lado, de acuerdo con las cifras del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Social [14], en Colombia se recolectan aproximadamente 320 toneladas anuales de pilas y acumuladores (baterías) de uso doméstico, en los sistemas postconsumo existentes. Las pilas y baterías son residuos sólidos complejos, las cuales, con relación a su peso, contienen la mayor proporción de metales potencialmente tóxicos [15], al compararse con el resto de los residuos postconsumo gestionados en el país. De este total, se estima [16] que entre el 80 % y el 92 % está constituido por pilas descartables del tipo Zn-MnO₂ o similares. El resto de las baterías recolectadas está constituido por sistemas recargables, como los empleados en teléfonos inteligentes, computadoras portátiles, entre otros. Este segundo grupo de baterías está constituido por una gran diversidad de metales, entre los que destacan el níquel, el litio, el cobalto, el cadmio y el manganeso [17], [18]. Con respecto a la situación actual de los residuos postconsumo de pilas/baterías domésticas agotadas, el reciclaje de estos componentes en el país se limita al procesamiento mecánico y separación de componentes o a la transfronterización directa de las baterías recolectadas [15], pero se hace necesario fomentar nuevos procesos de índole metalúrgica, que permitan la recuperación de los metales presentes en las baterías, bajo la forma de productos de alto valor agregado. Finalmente, los residuos de la industria de los recubrimientos metálicos, particularmente la industria del galvanizado en caliente, la cual está bastante desarrollada en Colombia, también merece especial atención [19]. El grupo de Investigación CTM de la Universidad Nacional, Sede Medellín, ha establecido que, sólo en Antioquia, se generan entre 600 y 900 toneladas mensuales de lodos de galvanizado [20], los cuales permanecen siendo considerados como residuo y van a parar los rellenos sanitarios, a pesar de su gran potencial de ser valorizados. A partir de los residuos de la industria del galvanizado, es posible recuperar compuestos químicos de interés industrial, basados en hierro y zinc [21].

Uno de los retos más relevantes que presenta el enfoque de economía circular consiste en aparear flujos de residuos provenientes de procesos industriales diferentes, para hacerlos confluir, a través de procesos de valorización innovadores, como materia prima en otros procesos productivos, que no estén, necesariamente, relacionados con los que dieron lugar a los residuos iniciales. El objetivo de esto es minimizar el impacto ambiental causado por la extracción o producción primaria de materiales vírgenes e incrementar el flujo de materias primas secundarias dentro de lo que se conoce como ecosistemas industriales [22]. Una familia de materiales interesantes, dado su carácter complejo y uso intensivo de materias primas vírgenes, son los catalizadores heterogéneos [23], [24]. Los catalizadores heterogéneos se emplean industrialmente para acelerar un sinnúmero de reacciones químicas de interés comercial y para mejorar la eficiencia de reacciones, ayudando a disminuir, notablemente, el impacto ambiental de procesos de generación energética y de producción de compuestos químicos [25]. Los catalizadores heterogéneos se caracterizan por tener diferentes composiciones químicas y variadas propiedades físicas, que dependen de la manera como son manufacturados, entre ellas su área superficial, morfología y componentes activos. Los catalizadores pueden obtenerse tanto en estado todo-en-uno, en cuyo caso todo el material posee propiedades catalíticas, o en estado soportado, caso en el cual un material activo se adhiere a otro material, que actúa como soporte o andamio para el primero. Si bien la variabilidad de combinaciones de precursores y soportes posibles es muy amplia, lo más común en los últimos años debido especialmente por cuestiones de costo, es que los catalizadores heterogéneos comprendan el uso individual o conjunto de metales (Fe, Mn, Co, Ni, Zn), óxidos metálicos y materiales carbonosos con elevada área superficial [26]–[28]. A partir de esta base, queda claro que partiendo desde residuos portadores de metales provenientes de sistemas postconsumo o de fuentes industriales y de sólidos carbonosos sintetizados a partir de la pirólisis controlada de residuos de plástico o textiles, puede lograrse una amplia combinación de ingredientes y formulaciones que hacen posible visualizarlos como materias primas alternativas, para la producción de catalizadores en el país. Si a esto se le añade el hecho de que materiales carbonosos con alto poder catalítico, como es el caso del grafeno, pueden obtenerse de forma similar y presentan posibilidades de aplicación en procesos de desinfección catalítica de patógenos, tales como el coronavirus causante del Covid 19, aún más nos ratifica la relevancia de este tipo de investigaciones [29], [30].

En este orden de ideas, la presente propuesta de investigación buscará concatenar las experiencias y capacidades de investigación de cinco (05) grupos de investigación, conformando un equipo de investigadores de experiencia e investigadores noveles, quienes partiendo cada uno desde sus propias realidades disciplinares (metalurgia extractiva, pirólisis y catálisis heterogénea), sumarán esfuerzos para generar conocimiento transformativo, que permita, desde el enfoque de economía circular, un resultado transdisciplinar que permita sentar en Colombia sólidas bases de conocimiento científico/técnico, acerca de grandes grupos de residuos post consumo (baterías, llantas, plásticos) e industriales (residuos metalúrgicos) que se generarán a escala local y nacional, a fin de redirigirlos hacia su transformación, mediante las técnicas más apropiadas de valorización, hacia la industria de producción de materiales catalíticos aplicables en la industria química y de remediación ambiental. Se identifica entonces, de forma muy clara, una brecha de aplicabilidad de los conceptos de economía circular en el entorno y la eventual creación, a futuro, de ecosistemas industriales novedosos en Colombia, en torno al desarrollo de procesos y productos industriales enfocados a un consumo más responsable. A fin de cubrir la brecha identificada con productos de nuevo conocimiento, la presente propuesta de investigación focalizará sus actividades en torno a responder las siguientes preguntas de investigación: ¿Qué métodos de valorización metalúrgica resultan más adecuados para obtener metales o precursores metálicos con potencial aplicabilidad para materiales catalíticos, partiendo de residuos postconsumo como baterías desechadas o de residuos de la industria del galvanizado? ¿Cuáles condiciones de proceso durante la pirólisis controlada de plásticos de fuentes domésticas, residuos postconsumo de llantas y textiles hidrófobos de uso hospitalario, pueden dar lugar a materiales de interés en catálisis heterogénea, tanto en usos directos como bajo la forma de materiales carbonosos soportados? y, finalmente ¿En qué aspectos se diferencia el comportamiento en servicio de estos materiales catalizadores heterogéneos, obtenidos a partir de las fuentes secundarias indicadas disponibles localmente, al de sus contrapartes industriales estándar?

ESTADO DEL ARTE

POSIBILIDADES DE APROVECHAMIENTO METALÚRGICO DE RESIDUOS POSTCONSUMO DE PILAS Y BATERÍAS.

Las pilas domésticas usadas son un residuo especial muy extendido que contiene grandes cantidades de metales potencialmente nocivos [31]. En los países en desarrollo, las baterías gastadas suelen desecharse en los residuos urbanos [32]. Debido a este hecho, lidiar con las baterías usadas en el hogar en estas regiones suele ser una preocupación ambiental importante. Esta mala gestión tiene un impacto negativo en la generación de lixiviados cargados de metales pesados en vertederos controlados (cuando están disponibles) y vertederos abiertos [33], amenazando la calidad de las masas de agua subterránea y superficial, así como la salud del

suelo. En la mayoría de los países desarrollados, el reciclaje de baterías domésticas usadas es una industria bien establecida [34], [35]. Esta gestión de residuos especiales está respaldada por políticas públicas sólidas y una legislación medioambiental sólida, que promueven el paradigma de la economía circular y la valorización de los residuos. En tal contexto, los residuos de baterías se pueden incorporar como materia prima en varios procesos hidrometalúrgicos [36] y pirometalúrgicos [37], de modo que los metales contenidos en ellos se pueden recuperar como metales puros, aleaciones o compuestos químicos. Los procesos pirometalúrgicos se centran generalmente en la reducción carbotérmica, el tostado, la pirólisis y la vaporización de metales volátiles [38]. Por otro lado, los procesos hidrometalúrgicos utilizan reactivos acuosos, como ácidos, álcalis y compuestos complejantes, para extraer iones metálicos para su posterior procesamiento [39]. Una revisión precisa de las tecnologías actuales de reciclaje de baterías, incluidos los nombres comerciales y la ubicación geográfica de las instalaciones industriales se muestra en la publicación de Sobianowska y colaboradores [40]. Estos procesos de reciclaje industrial suelen requerir 2000 - 5500 TM / año, de baterías gastadas previamente clasificadas, como materia prima, así como de instalaciones industriales complejas y respetuosas con el medio ambiente [41]. En consecuencia, estos requisitos exigen redes logísticas bien establecidas e inversiones de capital intensivas. Esta combinación de factores es aparentemente difícil de lograr para la mayoría de los países en desarrollo, especialmente en Colombia.

A pesar de estos inconvenientes, en la década anterior, el país inició audaces cambios legislativos para fomentar la correcta gestión de los residuos de equipos eléctricos y electrónicos, incluidas las baterías domésticas gastadas y promover prácticas de economía circular. En 2010, el decreto 1297 prohibió la eliminación de baterías domésticas en vertederos, a partir de 2016, fomentando el movimiento transfronterizo de los desechos en virtud del Convenio de Basilea o la valorización obligatoria de los desechos de baterías dentro del país, sin embargo, ambas opciones están lejos de ser ideales. Exportar residuos de baterías domiciliarias desde Colombia es una tarea complicada debido a una combinación de centros de recolección urbanos dispersos geográficamente, una orografía compleja y una infraestructura vial y ferroviaria débil que hace que las operaciones logísticas sean muy ineficientes. En la actualidad, funciona en el país una instalación industrial autorizada con capacidad de diseño para dismantlar mecánicamente 92 toneladas mensuales de pilas alcalinas agotadas [42]. Sin embargo, esa capacidad instalada no es suficiente para absorber todas las baterías domésticas gastadas desechadas. Además, actualmente no existen plantas pirometalúrgicas o hidrometalúrgicas activas para el reciclaje intensivo, a gran escala, y la valorización de baterías domésticas gastadas en Colombia.

Una forma posible de superar estos problemas comienza con un pensamiento innovador para diseñar procesos locales a pequeña escala para la valorización de las baterías gastadas. Desde el punto de vista de la economía circular, la idea es impactar el flujo de materiales en las industrias locales con sustancias recuperadas de baterías gastadas. Varias industrias podrían potencialmente incorporar en sus procesos estas materias primas alternativas. Por ejemplo: producción de materias primas químicas [43], talleres de fundición [44], galvanoplastia de metales [45]–[48] y fabricación de vidrio [49]. Para diseñar aquellas plantas a pequeña escala, es necesario desarrollar tecnologías que permitan el procesamiento de las baterías de una forma sencilla y eficiente. Para ello, los grupos de investigación CTM y GIMBA vienen adelantando desde hace algunos años investigaciones en el área, desarrollando algunas metodologías para la recuperación de cobalto, zinc, manganeso y níquel, a partir de las baterías ión-litio, alcalinas y níquel hidruro metálico. Esto permite estar un paso adelante, en virtud de que, para el presente proyecto, no se partirá desde cero, sino que se tomará el conocimiento ya adquirido, mejorando los protocolos ya existentes, con el apoyo del grupo interdisciplinar presente en esta propuesta.

Las etapas de procesamiento de las baterías ion-litio gastadas para la obtención de litio y cobalto por métodos convencionales, ya han sido propuestas en estudios previos del grupo de investigación CTM, en dos tesis de maestría ya finalizadas y en una tesis de pregrado. Los métodos consisten en la descarga de las baterías, procesos de trituración y molienda, lixiviación para recuperar los metales y finalmente procesos electrometalúrgicos para refinación [50]–[52]. Adicionalmente, el grupo cuenta con cooperación con la universidad de Guanajuato-México, en donde se trabajó en la temática y adicional a los procesos antes descritos, luego de la lixiviación sugieren una etapa de extracción por solventes, para entregar el metal con una pureza aún mayor [53]. Del mismo modo, el grupo GIMBA ha adelantado diversos procedimientos, químicos y electroquímicos, para la recuperación de metales y compuestos químicos a partir de las baterías, los cuales pueden tener potencial aplicación como catalizadores [43]–[48]. Producto de estas investigaciones, se han obtenido diversas sustancias y productos que contienen metales, las cuales pueden actuar como precursores en la manufactura de materiales catalíticos. Entre estos se encuentran, soluciones ricas en metales (cobalto, litio, níquel, manganeso, zinc), así como otros derivados metalíferos sólidos, tales como, recubrimientos mixtos de zinc y níquel, de cobalto metálico, acetatos y citratos combinados de níquel y tierras raras, acetatos de zinc y óxidos de manganeso [43], [44], [53], [45]–[52].

CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS DE LA INDUSTRIA DEL GALVANIZADO EN CALIENTE POR INMERSIÓN Y POSIBILIDADES DE APROVECHAMIENTO

Una de las industrias de carácter metalúrgico cuyos residuos han recibido menor atención es la industria del galvanizado en caliente por inmersión. Esta industria se encarga de procesos de recubrimiento del acero convencional con zinc metálico, para protegerlo de la corrosión. El proceso consiste en sumergir el acero en un baño de zinc fundido a 450°C, generando una reacción de difusión entre el acero y el zinc [54]. Todo esto hace que el acero quede protegido de la corrosión durante décadas. Las piezas recubiertas poseen además una apariencia estética, demostrando una gran capacidad de evitar la abrasión y resistencia contra la corrosión y así mismo

demostrando varias funcionalidades en ingeniería [55].

De acuerdo con datos de la Asociación Latinoamérica de Zinc - LATIZA, Latinoamérica cuenta con aproximadamente 160 plantas de galvanizado, con una capacidad anual de procesamiento de 1.4 millones de toneladas de acero. De estas plantas de galvanizado, 30 están localizadas en Colombia [56]. El proceso del galvanizado en caliente incluye varias etapas: desengrase, decapado, algunas veces se incluye un desgalvanizado, enjuague, fluxado, secado, galvanizado en caliente, enfriamiento, pasivado e inspección. Este proceso multietapas da lugar a la generación de múltiples efluentes y residuos que son ricos en hierro y zinc [54], [57].

El principal reto de la industria del galvanizado en caliente consiste en minimizar su impacto ambiental, especialmente en las etapas de decapado y fluxado [54], en estas, se emplean ácidos fuertes y se generan gran cantidad de lodos. Estos lodos contienen sales metálicas, difíciles de tratar, que comportan altos costos de disposición final para las industrias y que de no tratarse o reciclarse, van a parar a vertederos o a celdas de seguridad y pueden causar contaminación al suelo y las aguas subterráneas [58]. Aparte del evidente daño ambiental que causan y dado su alto contenido en metales, estos residuos deberían ser reaprovechados a fin de recuperar los recursos que contienen. Por esto, en este proyecto buscaremos fomentar un uso sostenible en la industria mencionada, aprovechando estos residuos como materia prima para la generación de diferentes productos catalíticos, dando así un valor agregado y reduciendo de manera simultánea los riesgos para el medio ambiente.

Como antecedentes de los grupos CTM y GIMBA, se han evaluado diferentes estrategias para reaprovechar los diferentes residuos que se generan en la industria de galvanizado en caliente, dando lugar a la obtención de materiales potencialmente aplicables como catalizadores, entre los que se encuentran, óxidos de hierro, citrato de zinc, zinc metálico, entre otros [20], [21], [59]–[61].

CARACTERÍSTICAS GENERALES Y APROVECHAMIENTO MEDIANTE PIRÓLISIS DE LOS RESIDUOS POLIMÉRICOS POSTCONSUMO E INDUSTRIALES.

En consonancia con el crecimiento de la población y la mejora del nivel de vida, el consumo de materiales textiles así como producción y uso de polímeros plásticos ha aumentado de forma significativa. Lo anterior, a su vez va ligado a una alta demanda energética y agotamiento de los productos a base de petróleo, ya que alrededor del ocho por ciento (8%) de la producción mundial total del crudo se utiliza como materia prima y como fuente de energía para la producción de plásticos [62], [63]. Adicionalmente, la situación actual de pandemia generada por el COVID-19, ha implicado un mayor uso de los trajes quirúrgicos para la protección del personal de salud y de la población en general, los cuales están elaborados a partir de algodón, poliéster y nylon en su mayoría; siendo estos últimos no biodegradables.

Los materiales poliméricos suelen ser mezclas de diferentes tipos de polímeros como polietileno, polietileno tereftalato (PET), polipropileno (PP), poliestireno (PS), poliamida (PA), polivinilo. -cloruro (PVC), poliacrilato (PAC), poliéster [64], elastómeros, entre otros, los cuales se caracterizan por su alta resistencia a la degradación.

El polietileno-tereftalato (PET), es un plástico ampliamente utilizado en botellas y diferentes fábricas, ya que presenta propiedades como transparencia, maleabilidad y resistencia a la degradación natural. El PET es obtenido a través de reacciones de síntesis que involucran una transesterificación, reacción de prepolimerización y policondensación, usando como monómero el bis-(hidroxietil)tereftalato (BHET) y algunos oligómeros lineales [65]. El poliéster, uno de los principales materiales utilizados en los trajes quirúrgicos, es un polímero usado como fibra cuya sustancia formadora es un polímero sintético de cadena larga que contiene un mínimo del 85% en peso de un éster de un diol y del ácido tereftálico. Al igual que el PET, el poliéster se obtiene a partir de una mezcla de BHET y oligómeros [66].

La presencia de los bloques aromáticos del ácido tereftálico en el PET da rigidez a la cadena polimérica, siendo esta la principal razón de su baja biodegradabilidad. Además, algunas cifras muestran que las fibras sintéticas tienen una participación del 64,2% en el consumo mundial de fibras, la mayoría de las cuales eran fibras de poliéster (alrededor del 80%) [67], generando así millones de toneladas de residuos de los cuales pocos se recogen para reciclarlos o reutilizarlos .

Para minimizar la alta acumulación de este tipo de polímeros así como de los residuos textiles, diferentes estrategias han sido desarrolladas, por ejemplo sistemas de incineración, reciclaje, síntesis de biopolímeros y recuperación energética [68]. El reciclaje tiene altos costos para el proceso de separación e inconvenientes de contaminación del agua [69], que reducen la sostenibilidad del proceso. Aunque se han desarrollado polímeros biodegradables, sus costos de obtención son elevados y presentan problemas en sus propiedades químicas y mecánicas [69]. Por su parte, la incineración de los materiales poliméricos y de los residuos textiles permite un pequeño margen de recuperación energética y la disminución de su volumen, alargando así la vida de los rellenos sanitarios. Pero, este proceso es absolutamente lineal y contraproducente desde el punto de vista ambiental, pues se liberan a la atmósfera sustancias como: radicales libres, hidrógeno, CO₂, acetaldehído, entre otras [70], [71]. En contraste, la pirólisis catalítica permite la reducción controlada del volumen de residuos plásticos, llantas y textiles, a través de la transformación de este tipo de materiales en productos útiles, como combustibles y materiales carbonosos porosos [72], [73]. Los materiales carbonosos porosos pueden ser

utilizados en procesos de adsorción o almacenamiento de gases, dispositivos electrónicos tales como electrodos o capacitores, en procesos de tratamiento de contaminantes en agua [74], tamices moleculares, nanoreactores o soportes catalíticos [75]. Para esta última aplicación, propiedades como una elevada área superficial, red porosa y conectividad, mejora el transporte de reactivos y productos formados en la superficie del catalizador, permitiendo aumentar así el rendimiento de las reacciones [76]. El control de las características fisicoquímicas de los materiales carbonosos obtenidos depende de la fuente de carbono, condiciones de pirólisis y uso de catalizadores metálicos [77]. El carbón pirolítico obtenido a partir de estos residuos, puede ser empleado como catalizador o soporte de catalizador ácido en la deshidratación de etanol para la producción de etileno y dietiléter [78] o para la remoción de alquitranes en la producción de syngas a partir de la gasificación de madera [79]. En síntesis, se aprecia claramente que los residuos poliméricos en sus diversas fuentes, postconsumo o industriales, constituyen sustratos de partida apropiados para la obtención pirolítica de materiales carbonosos funcionales con aplicabilidad como soportes catalíticos.

OBTENCIÓN Y EVALUACIÓN DE CATALIZADORES HETEROGÉNEOS

Muchos procesos de importancia ambiental e industrial emplean catalizadores heterogéneos. Este tipo de catalizadores suele estar constituido por materiales metálicos u óxidos metálicos soportados, o no, sobre matrices sólidas que pueden a su vez tener actividad catalítica, o no. Los materiales carbonosos son candidatos ideales en la elaboración de distintos catalizadores, debido a que pueden admitir, de manera efectiva, materiales catalíticamente activos [80]. Dentro de los productos obtenidos de la pirólisis de residuos plásticos, textileros y llantas, se encuentran el carbón negro, que puede ser usado como catalizador o soporte catalítico, generando una alternativa de valorización [78]. Por ejemplo, el carbón pirolítico de caucho de llanta es rico en Zn y S, compuestos provenientes de distintos aditivos empleados en la elaboración de neumáticos, lo cual le provee al material de una mayor efectividad, en términos catalíticos [78].

Si bien existen muchos procesos en donde los catalizadores juegan un rol fundamental, los de Fischer Tropsch tienen una especial relevancia ambiental e industrial. Los procesos Fischer-Tropsch son tecnologías que permiten la producción de combustibles limpios, a partir de gas de síntesis, usando como materia prima hidrógeno y monóxido de carbono [81],[82]. En este tipo de proceso, ocurren dos tipos de reacciones: i) rompimiento de la estructura molecular principal, generando monómeros, y ii) polimerización de los monómeros, produciendo estructuras químicas alargadas [81]. La mejora en el rendimiento de estos procesos requiere el uso de catalizadores metálicos comerciales, que contienen Fe, Cu, Co, Mo y Rh [83], [84]. Estos metales pueden soportarse sobre algunas matrices, tales como: carbón activado, Al_2O_3 , SiO_2 , zeolitas, entre otros [85],[86].

Desde el punto de vista de la economía circular resulta, por tanto, interesante intentar obtener los catalizadores heterogéneos a partir de diferentes tipos de residuos. Por ejemplo, se ha reportado el uso potencial de escorias (residuos ferrosos), proveniente de la industria metalúrgica, para la síntesis de catalizadores, encontrándose que, este proceso presentó una disminución significativa en los costos de la producción de catalizadores heterogéneos [87]. A la par, esta forma ver el problema de la producción sustentable de catalizadores, genera un impacto positivo en el medio ambiente, al aprovechar los residuos de las industrias metalúrgicas. Lo descrito anteriormente representa un potencial en términos de investigación ya que el área de la síntesis de catalizadores, de hierro y otros metales, puede valerse del aprovechamiento integral de los residuos de llantas, plásticos, textiles, baterías y residuos de la industria galvanizadora, para la producción de la fase activa y de soportes catalíticos, en virtud de que estos aspectos no han sido suficientemente evaluados tanto a nivel nacional e internacional.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO QUE INCLUYA EL FOCO Y LÍNEA(S) TEMÁTICA(S)

La contribución del proyecto aquí planteado se enmarca en el ámbito de conservación del medio ambiente (Foco 4. Bioeconomía, Biotecnología y Medio Ambiente). Debido a que la investigación versará sobre la aplicación del enfoque de economía circular, a fin de valorizar residuos provenientes de fuentes posconsumo e industriales para convertirlos en materiales potencialmente utilizables como catalizadores heterogéneos, la temática resulta de alta pertinencia, encajando con precisión en la línea temática 4.9 de actual convocatoria (Desarrollo de procesos y productos industriales enfocados al consumo responsable), una de cuyas temáticas orientadoras es el desarrollo de nuevos o mejorados procesos que incluyan la recuperación, el reciclado y la reutilización de residuos postconsumo.

La competitividad actual de mercados locales e internacionales y las tendencias al cuidado y preservación sustentable del medio ambiente hacen necesario innovar en tecnologías, medios y cadenas de producción para garantizar la supervivencia de pequeñas y medianas empresas; situación que no es ajena a las cadenas productivas relacionadas con la industria química nacional. En este contexto, los residuos con los que se trabajará en el presente proyecto, son inherentes a todas las sociedades de consumo en el mundo, por lo que requiere sumar esfuerzos en torno a la investigación y desarrollo para atender esta problemática en el país. La gran cantidad de residuos que se generan, conlleva repercusiones sobre el medio ambiente, ligadas a contaminación del aire, destrucción de la capa de ozono, residuos tóxicos, aumento de los niveles de la erosión del suelo, agotamiento de los recursos naturales como menas metálicas, petróleo y carbón, deterioro de la salud humana y la extinción de plantas y animales. Muchos de estos problemas están directamente asociados con la generación de residuos sólidos y con la producción, transformación y uso de la energía. Por esta razón, es importante encontrar formas que permitan minimizar los impactos en el agotamiento de los recursos y el medio ambiente.

En términos de población, Colombia ocupa el puesto 28 entre 194 naciones agrupadas en la ONU, y posee un índice de desarrollo humano alto, que lo ubica en el lugar 79 del mundo^[1]. Por tanto, con cerca de 50 millones de habitantes, la generación de residuos a todo nivel resulta elevada. Al propio tiempo, el país ocupa el segundo lugar en biodiversidad a nivel mundial^[2], lo que obliga a que el país refuerce sus sistemas de gestión de residuos sólidos. Como se mencionó en el planteamiento del problema, el marco legislativo nacional apoya los enfoques de economía circular y fomenta la gestión de residuos postconsumo. No obstante, se hace fundamental proponer, desde el ámbito académico, nuevos procesos cuyo énfasis sea local, que favorezcan el reaprovechamiento de los residuos y su valorización dentro de nuestras fronteras, en virtud de que esto promoverá el emprendimiento en estas áreas, relacionadas con la sustentabilidad industrial, lo cual, además, favorecerá la reactivación económica en un escenario post pandemia. En específico, los residuos persistentes y difícilmente aprovechables de los que trata la actual propuesta, es decir, pilas y baterías, residuos metalúrgicos, llantas, plásticos y textiles hospitalarios, requieren de acciones novedosas y enfoques que complementen a los ya existentes, a fin de que puedan transformarse en nuevos productos, aplicables en industrias diferentes, como es el caso de la manufactura sustentable de materiales catalíticos heterogéneos, los cuales, a su vez, encuentran aplicación en procesos industriales o de remediación ambiental. La mayoría de los materiales catalizadores empleados de manera regular por la industria química, petroquímica o de control de emisiones y efluentes a nivel nacional son importados y, normalmente, se manufacturan a partir de materias primas vírgenes, provenientes de la minería convencional. En razón de esto, resulta claro que, en la medida de que el país desarrolle nuevos procesos de reciclaje y reaprovechamiento avanzado de residuos, se estaría en capacidad, a mediano plazo, de sustituir cierta parte de estos materiales catalizadores con productos obtenidos a procesos de minería urbana.

^[1] Organización de las Naciones Unidas. Programa del Desarrollo. Reportes de desarrollo humano, 2018. <http://hdr.undp.org/en/countries/profiles/COL>

^[2] Noticias MinAmbiente Colombia, 2020. <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente>

OBJETIVO GENERAL

Integrar procesos que involucren la valorización de residuos postconsumo e industriales, como un enfoque estratégico de economía circular, para el desarrollo de materiales con potencial aplicación en procesos catalíticos de alto impacto ambiental.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Aplicar procesos de valorización metalúrgica a los residuos postconsumo de baterías domésticas (alcalinas o recargables) para generar sales, aleaciones y óxidos, potencialmente aplicables para la obtención de catalizadores heterogéneos con aplicabilidad ambiental.
 2. Implementar, a nivel de laboratorio, procesos para la valorización química de residuos industriales provenientes del proceso de galvanizado en caliente, para obtener precursores químicos convenientes para la preparación de catalizadores metálicos.
 3. Implementar, a nivel de laboratorio, procesos para la obtención de soportes catalíticos carbonosos con porosidad controlada a partir de residuos poliméricos postconsumo e industriales.
 4. Proponer metodologías experimentales para la preparación de catalizadores, activos en algunas reacciones con impacto ambiental, a partir de los precursores químicos y soportes obtenidos.
 5. Contrastar el desempeño de los catalizadores sintetizados con el de catalizadores equivalentes preparados a partir de precursores y soportes comerciales.
 6. Explorar otras alternativas para el uso de los precursores químicos y materiales carbonosos derivados de los residuos postconsumo e industriales estudiados.
-

METODOLOGÍA

Valorización metalúrgica de residuos postconsumo derivados de baterías.

Se obtendrán muestras de baterías domésticas desechadas a partir de los contenedores de residuos postconsumo de los sistemas de gestión integral de residuos de las Instituciones que conforman la Alianza. Se trabajará con sub-muestras segregadas de baterías primarias de tipo alcalino y baterías secundarias (recargables) del tipo Li-ión y Ni-MH. Se procederá a un desensamblaje manual o mecánico de las unidades, a fin de separar los componentes inertes (carcasa, conectores y separadores), de los polvos electroactivos (ánodo y cátodo) que componen la batería y que contienen los metales pesados, de interés para su recuperación metalúrgica. Una vez segregados los polvos electroactivos, éstos se someterán a procesos de caracterización fisicoquímica a fin de determinar su composición química y fases mineralógicas constituyentes [50]. El contenido inicial de cobalto, zinc, manganeso y níquel de las baterías se determinará a través de fluorescencia de rayos X – FRX y las fases presentes y morfología, se determinarán a través de difracción de rayos-X – DRX y microscopía electrónica de barrido –SEM/EDX, respectivamente.

La transformación de estos polvos electroactivos en precursores para materiales catalíticos o, directamente, en materiales catalíticos, se hará mediante ensayos de recuperación metalúrgica. Estos ensayos incluyen procedimientos de tamizado selectivo, separación física, lavado, secado, hidrometalurgia (lixiviación con ácidos orgánicos, inorgánicos o sus mezclas, enmendadas o no con agentes reductores, precipitación química, extracción por solventes, evapocristalización o electrólisis), procesos térmicos (calcinación o fusión reductora). A través de estos procedimientos, todos validados tanto por el grupo GIMBA-UIS como por el grupo CTM-UNAL Medellín, como se relacionó en el estado del arte, se obtendrán un grupo de sustancias o compuestos precursores que contengan zinc, manganeso, cobalto, níquel o combinaciones de éstos, bajo las siguientes formas: polvos lavados, óxidos mixtos, materiales cerámicos, sales orgánicas de los metales de interés (acetatos, citratos u oxalatos) y metales aleados electro-recobrados. Estas sustancias y materiales se caracterizarán químicamente empleando UV VIS y espectrometría de masas por plasma de acoplamiento inductivo – ICP-MS, antes de ser evaluados en procesos de catálisis heterogénea por parte de los grupos que componen la Alianza.

Valorización química de residuos industriales del proceso de galvanizado en caliente

Los residuos del proceso de galvanizado en caliente son diversos, sin embargo merecen particular atención los lodos y efluentes generados durante las etapas de decapado de las láminas de acero previo a su galvanización. En primer lugar, se caracterizarán las fases sólidas y líquidas de los residuos mediante fluorescencia de rayos X, difracción de rayos X, espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier, microscopía electrónica de barrido, espectroscopia de absorción atómica, espectrometría de masas por plasma de acoplamiento inductivo y espectroscopia UV-VIS. Estos residuos son muy ricos en hierro, pero tienen la limitación de presentar elevados contenidos en cloruros, elemento que resulta indeseado a la hora de producir materiales catalizadores. De allí se sigue que, el principal reto experimental de esta parte del proyecto consistirá en eliminar o minimizar la presencia de cloruros en los

precursores de hierro a partir de estos residuos. En este sentido se plantearán procesos hidrometalúrgicos y pirometalúrgicos, a fin de obtener óxidos de hierro bajos en cloruros a partir de estos sustratos. En este sentido, se adoptará la metodología de Tang y colaboradores, quienes describen un proceso de evaporación al vacío para la obtención de óxidos de hierro a partir de baños gastados de decapado en industrias galvanizadoras [88]. El proceso contempla evaporación al vacío y floculación/precipitación con poliácridamida y neutralización amoniacal para generar $\text{Fe}(\text{OH})_2$, el cual subsiguientemente será calcinado para dar lugar a Fe_2O_3 bajo en cloruros.

Obtención y caracterización de materiales carbonosos a partir de tratamientos térmicos de residuos poliméricos postconsumo e industriales:

Las llantas residuales se obtendrán gracias a una colaboración entre la empresa Ekogroup Colombia S.A.S, el grupo Catálisis Ambiental y Energías Renovables CAMER-PCJIC. La empresa mencionada, llevará a cabo la recolección, transporte y recepción de las llantas usadas conforme a la Resolución 1457 de 2010 capítulo III. Se empleará el caucho y el acero residual, resultante del proceso de reciclaje llevado a cabo por la empresa. Se determinarán propiedades como la granulometría y la gravedad específica de los diferentes productos granulares (caucho) obtenidos. Por su parte, los residuos postconsumo de plásticos, se obtendrán a partir de los contenedores de recolección selectiva, pertenecientes al sistema de Gestión Integral de Residuos del Tecnológico de Antioquia, y se llevará a cabo una clasificación manual, a fin de clasificar estos residuos de acuerdo con sus códigos de reciclaje correspondientes. Finalmente, los residuos de textiles hidrófobos de uso hospitalario, se recolectarán en una empresa privada local, dedicada a la producción de prendas de protección del personal médico y sábanas quirúrgicas. Estos residuos se encuentran bajo la forma de retazos y recortes los cuales son inaprovechables para la confección de prendas y acaban siendo gestionadas como residuos en vertederos. Las muestras procedentes de cada tipo de residuo serán tratadas con el fin de obtener el material deseado. Las diferentes muestras serán caracterizadas fisicoquímica y espectroscópicamente con el fin de obtener información sobre sus propiedades y composición.

Las partículas obtenidas de caucho reciclado de diferentes granulometrías serán sometidas separadamente a procesos de pirólisis en un horno horizontal en atmósfera de N_2 . Primeramente, los trozos de caucho se tratarán en ácido sulfúrico a 110°C por 12 h y el sólido resultante se lavará con agua destilada. Posteriormente, el sólido resultante será expuesto al proceso de pirólisis en atmósfera de N_2 a 1100°C (obtención de material carbonoso con estructura porosa jerárquica) en un reactor de acero inoxidable. Por otro lado, la pirólisis de los residuos plásticos y de los residuos de textiles hidrófobos hospitalarios, será llevada a cabo usando un molde de sílice porosa para controlar la porosidad y conectividad de los poros, así como se realizará una variación de la temperatura de pirólisis, como se describe a continuación. Para la obtención de material carbonáceo poroso a partir de residuos textiles y plásticos, se preparará una mezcla de surfactantes no iónico tipo copolímero tribloque Pluronic F127 y catiónico, bromuro de cetiltrimetilamonio (CTABr), en una solución acuosa de ácido clorhídrico y utilizando como fuente de sílice el TEOS. Sobre el material de sílice se llevará a cabo la pirólisis usando como fuente de carbono los residuos recolectados, realizando variaciones de temperatura entre 300 y 750°C . La fracción gaseosa obtenida de la pirólisis como el metano, etano, etileno y propileno serán evaluados como fuente de energía. El material carbonáceo será recogido y caracterizado.

Los materiales a base de carbón serán caracterizados en términos de su porosidad, a través de mediciones de adsorción-desorción de nitrógeno usando equipo ASAP 2020 de Micromeritics. Para la caracterización de la superficie química se realizará espectroscopia Infrarroja con transformada de Fourier (DRIFT). Para la determinación de la morfología de partícula se realizarán mediciones de microscopía electrónica de barrido (SEM). Los tamaños de partícula serán determinados a través del programa de análisis ImageJ. El carácter grafitico del material carbonáceo fue determinado por Espectroscopía RAMAN. Para algunos materiales se realizarán mediciones de microscopía electrónica de transmisión (TEM) para determinar la organización porosa y de la estructura. Así mismo, se realizarán pruebas de difracción de rayos X (DRX) fue usada para obtener los patrones de difracción de los materiales carbonosos $1 < 2\theta < 50$.

Preparación de catalizadores para la síntesis Fischer-Tropsch, a partir de los precursores químicos y soportes obtenidos.

Los catalizadores a base de hierro, cobalto y otros metales similares, para las reacciones de Fischer Tropsch a escala industrial son del tipo no soportados; sin embargo, en años recientes se ha demostrado que los catalizadores soportados tienen mejor estabilidad. Entre los soportes reportados en la literatura, destacan los óxidos ricos en Zn y materiales carbonosos, los cuales se espera obtener a partir de los residuos con los que se trabajará en el proyecto. En general, los catalizadores heterogéneos se prepararán por impregnación con algunos precursores químicos, generados en etapas anteriores, sobre los soportes seleccionados, siguiendo metodologías originales desarrolladas por algunos investigadores de este proyecto y metodologías reportadas.

El proceso de deposición del componente activo obtenido sobre los soportes obtenidos se llevará a cabo por el método de impregnación húmeda, debido a la facilidad de implementación y reproducibilidad, además de ser el procedimiento típicamente empleado en la síntesis de catalizadores para el proceso Fischer Tropsch. El soporte carbonoso será impregnado empleando una cantidad apropiada de solución de etanol que contenga la sal precursora del metal respectivo. La solución se agregará al soporte carbonoso mediante agitación vigorosa y se dejará en reposo y posteriormente el exceso de solvente se retirará por rotoevaporación. El sólido resultante se someterá a calcinación bajo atmósfera de nitrógeno en un reactor tubular.

Para fines comparativos, se prepararán catalizadores con características similares pero utilizando precursores químicos y soportes comerciales, siguiendo las mismas metodologías que se utilizarán para la preparación de los catalizadores obtenidos con precursores químicos y soportes catalíticos derivados de los residuos minerales y poliméricos postconsumo.

Evaluación y comparación del desempeño de catalizadores en la síntesis Fischer-Tropsch.

Por otro lado, el desempeño de los catalizadores se espera evaluar en reacciones de síntesis Fischer-Tropsch y donde se espera seleccionar condiciones de reacción y características en la preparación de los catalizadores de tal manera que se favorezca la formación de hidrocarburos en el rango de los combustibles líquidos o compuestos oxigenados (alcoholes).

La evaluación de la actividad catalítica de los diferentes sólidos (catalizadores a base de hierro o a base de cobalto) se llevará a cabo en un reactor de lecho fijo a presión atmosférica o alta presión, provisto de un sistema para control de flujo de gases y temperatura. Para la evaluación de la actividad catalítica se utilizará infraestructura disponible en los grupos QUIREMA y CAMER, miembros de la alianza lograda con el proyecto.

Las condiciones de reacción se seleccionarán de acuerdo a reportes de la literatura y experiencia de los investigadores. Otras condiciones de reacción como relación H_2/CO , temperatura, velocidad espacial y tiempo de reacción, serán seleccionadas de acuerdo a estudios preliminares sobre la actividad de los catalizadores. Los productos de reacción gaseosos serán analizados con un cromatógrafo de gases acoplado al sistema de reacción, mientras que los líquidos y las ceras recolectados por un determinado tiempo de reacción serán analizados de manera independiente en otro cromatógrafo de gases.

Con el propósito de evaluar la viabilidad de desarrollar catalizadores a partir de los residuos minerales y poliméricos, se espera comparar su desempeño en la síntesis Fischer-Tropsch con catalizadores preparados usando precursores químicos convencionales (grado reactivo) y soportes catalíticos comerciales. En función de los estudios preliminares sobre la actividad de los diferentes catalizadores, se espera seleccionar una condiciones de reacción adecuadas, de tal manera que se pueda hacer una comparación entre los dos tipos de catalizadores.

Estudio exploratorio de usos alternativos de los precursores químicos y materiales carbonosos derivados de los residuos postconsumo e industriales.

Considerando la cantidad elevada de sustancias portadores de metales que se pueden obtener a partir de los residuos con los que trabajará el proyecto, merece la pena explorar otros procesos de catálisis en sistemas ambientales de especial relevancia, como es el caso de los procesos de remediación ambiental. En particular, muchos metales pueden actuar como catalizadores en procesos de electro-oxidación de contaminantes orgánicos en agua. En este sentido, se llevarán a cabo estudios prospectivos mediante técnicas electroquímicas (voltamperometría cíclica, cronoamperometría e impedancia espectroscópica) tomando contaminantes modelo tales como metanol, urea, entre otros. De esta manera, podrá establecerse de forma paralela la eventual funcionalidad de los precursores y materiales obtenidos para estos fines.

RESULTADOS ESPERADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Resultados esperados de la investigación: Conocimiento generado en el cumplimiento de cada uno de los objetivos.

- Al menos un soporte y un precursor, que contenga manganeso, zinc, níquel o cobalto, con capacidad catalítica heterogénea y aplicabilidad ambiental, a partir de los residuos postconsumo de baterías domésticas.

-Un precursor de hierro aplicable para la producción de catalizadores heterogéneos a partir de la valorización química de los residuos del proceso del galvanizado en caliente.

-Al menos un soporte catalítico de material carbonoso a partir de residuos poliméricos postconsumo e industriales.

-Al menos tres combinaciones precursor/soporte, a partir de los residuos valorizados que presenten actividad catalítica de relevancia en procesos ambientales al ser comparados con sus equivalentes comerciales.

-Desarrollo de proceso alternativo del uso catalítico de los materiales desarrollados a partir de la valorización de los residuos postconsumo e industriales estudiados.

Impactos esperados para el sistema de CTel:

-Fortalecimiento de la generación, producción, gestión y aplicación de los conocimientos en valorización de residuos, que contribuyan a la consolidación de esta área en las instituciones aliadas, con énfasis en la transferencia de dichos saberes a la docencia y a la extensión universitaria, favoreciendo el desarrollo científico, tecnológico, cultural, social y económico del país.

-Formación de siete (07) estudiantes de pregrado en las carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Química, Química, Ingeniería Metalúrgica y Tecnología en Química Industrial y de Laboratorio, y dos (02) estudiantes posgrado en: Maestría en Ingeniería - Materiales y Procesos y Maestría en Ingeniería Química. La propuesta también incluye la vinculación por 36 meses de una estudiante de Doctorado en Ingeniería – Ciencia y Tecnología de Materiales. Todo este talento humano ejecutará sus labores experimentales y formativas dentro de la temática de la propuesta.

-Promoción, crecimiento y fortalecimiento de los Grupos de Investigación vinculados al proyecto, tanto en el desarrollo científico como en el conocimiento tecnológico enfocado hacia la investigación y la innovación, cuyo usuario potencial será el sector industrial regional y nacional. Así como también fortalecimiento de las líneas de investigación de cada uno de los grupos.

-Los resultados obtenidos en esta investigación servirán como un sistema modelo para el aprovechamiento de residuos industriales y urbanos para la remediación ambiental y la obtención de productos potencialmente comerciables.

-Aporte para el cumplimiento de los requisitos mínimos exigidos por el CNA para la acreditación de alta calidad de los programas de pregrado y posgrado de las instituciones aliadas como también de las mismas instituciones que a la fecha no han alcanzado su acreditación.

-Incremento de los requerimientos de existencia y calidad del indicador “productos resultados de actividades de apropiación social del conocimiento: circulación de conocimiento especializado”, establecidos en la “Guía para el Reconocimiento y Medición de Grupos de Investigación e Investigadores del Ministerio de Ciencias, Tecnología e Innovación.

Impactos del proyecto en la Sociedad General:

-El proyecto enfatiza en la aplicación de los principios de la economía circular, para promover un nuevo paradigma en cuanto a competitividad y productividad del sector industrial, presentando gran impacto positivo. Se destaca el fortalecimiento del sector científico en el desarrollo de productos innovadores, generando un mejor posicionamiento del país en el campo investigativo en el área de transformación de residuos y generación de materiales de alto valor agregado con aplicaciones industriales. Al integrar soluciones a las problemáticas ambientales relacionadas con la generación y deficiente disposición final de residuos. En este contexto, los procesos de valorización a desarrollar podrían convertirse en una plataforma de negocio viable para la región, el país y extensible a nivel internacional, y de esta forma contribuir a la remediación del medio ambiente. En adición, se menciona la consolidación de redes de información y colaboración científica-tecnológicas, así como su proyección para generar apropiación social del conocimiento, acerca de las ventajas en la conversión de procesos convencionales de manufactura de materiales catalizadores a procesos basados en tecnologías limpias.

POSIBLES EVALUADORES

- **Gina Marcela Hincapie Triviño**

Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá

Líneas de investigación: valorización de glicerol, producción de combustibles y químicos de valor agregado, catálisis heterogénea para la producción de combustibles.

email: ghincapie@unal.edu.co

- **Alfonso Enrique Ramírez Sanabria**

Universidad del Cauca

Líneas de investigación: Bionorgánica, química inorgánica, oleoquímica, electrocatálisis, química ambiental

email: aramirez@unicauca.edu.co

- **Lina María González**

Universidad de Antioquia.

email: lina.gonzalez@udea.edu.co

Líneas de investigación: Ingeniería química, ingeniería ambiental y geológica.

- **Jorge Andrés Gutiérrez Cifuentes.**

Universidad del Quindío

email: jgutierrez@uniquindio.edu.co

Líneas de investigación: ciencia e ingeniería de materiales

- **Mónica Villaquirán Caicedo.**

Universidad del valle

email: monica.villaquiran@correounivalle.edu.co

Líneas de investigación: ciencia e ingeniería de materiales

- **Nancy Yamile Acelas Soto**

Universidad de Medellín

email: nyacelas@udem.edu.co

Líneas de investigación: Energías alternativas-biomasa, gasificación del carbón, desechos agroindustriales.

IMPACTO AMBIENTAL

La investigación que se propone no genera riesgos para el medio ambiente ni a corto ni a largo plazo, lo cual se puede asegurar a través de la elaboración de protocolos que impidan poner en riesgo la vida y la integridad de los individuos. La investigación cumplirá con los decretos del Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Los procedimientos a realizar en este proyecto estarán a cargo de personal especializado en buenas prácticas de laboratorio. Los procedimientos que se realizarán no son riesgosos para la salud humana y no constituyen una fuente de contaminación biológica, química o radiactiva para el ambiente. El aprovechamiento y uso de los residuos generados de diferentes sectores económicos, para la obtención de materiales de valor agregado, va encaminado a la optimización de los recursos naturales y podrá contribuir al desarrollo de una economía amigable con el ambiente.

La investigación que se propone no es riesgosa para el ambiente ni a corto ni a largo plazo, tampoco genera riesgos para las personas que desarrollan la experimentación. Lo anterior, se asegura a través de la elaboración de protocolos que impidan poner en riesgo la vida de las personas, así como el medio ambiente. La investigación cumplirá con los decretos del Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Además, las personas ejecutoras de la parte experimental del proyecto, son personas especializadas en buenas prácticas de laboratorio y los residuos generados serán tratados de forma apropiada, garantizando que estos procedimientos no constituyen una fuente de contaminación biológica, química o radiactiva para el ambiente. se hará un manejo correcto de residuos sólidos y peligrosos buscando cumplir el principio de cero residuos, evitando el uso de materiales nocivos, reciclando, reutilizando y gestionando adecuadamente los residuos peligrosos. Las instituciones participantes cuentan con sus planes de Manejo Integral de Residuos incluyendo la gestión de peligrosos.

Posibles riesgos de trabajar con residuos industriales y urbanos

— La quema de residuos plásticos y de llantas representa la combustión de materiales orgánicos que, además de calor, produce la desintegración física y química del caucho y/o polímero, dejando en el aire compuestos que son nocivos para los seres vivos y para el medio ambiente.

Prevención de riesgos al trabajar con residuos industriales y urbanos (precauciones durante su manipulación)

— Se empleará protección respiratoria provista de filtros adecuados. Siempre que se manipulen dichos residuos, especialmente cuando se encuentren pulverizado, se utilizará protección ocular recomendada, así como guantes indicados.

— Durante la quema de residuos de llantas y plásticos para realizar análisis y caracterizaciones, se harán en una campana extractora de gases, empleando todos los elementos de protección personal, y con ventilación adecuada.

— Los residuos de las llantas y los plásticos que sean pulverizados o no, se mantendrán en una bolsa provista de cierre, rotulada y en un lugar fresco y bien ventilado.

— Se hará una cuidadosa instrucción de las personas que estarán relacionadas con la manipulación, almacenaje y transporte de estos residuos.

— Los residuos de plásticos y de llantas se eliminarán adecuadamente y con precaución, a fin de evitar la contaminación del aire y el agua.

— Todas las ropas usadas en una operación se lavarán perfectamente antes de utilizarlas de nuevo.

Primeros Auxilios

Inhalación: Si se inhala, sacar al aire fresco. Si no se respira, administrar respiración artificial.

Ingestión: Si se ingiere, solicitar atención médica. Puede causar bloqueo gastrointestinal. No administrar laxantes. No inducir al vómito si no es bajo supervisión médica.

Contacto con la piel: Si el material fundido entra en contacto con la piel, no aplicar hielo, sino enfriar con agua helada o chorro de agua abundante. No tratar de separar el material de la piel. La separación puede dar lugar a daño grave en el tejido. Consiga atención médica inmediata.

Contacto con los ojos: Lavar los ojos cuidadosamente con agua durante algunos minutos. Si se observan efectos, consultar a un médico, preferiblemente un oftalmólogo.

Agentes Extintores

- Niebla o agua pulverizada/atomizada
- Extintores de polvo químico
- Extintores de anhídrido carbónico
- Espuma

Medidas a tomar en caso de vertido

- Usar el equipo de protección personal y posteriormente confinar el material derramado si es posible. Barrer. Recoger en recipientes apropiados y debidamente etiquetados.

Manejo, eliminación y tratamiento de los residuos y envases contaminados residuos plásticos y de llantas

Los residuos contaminados con residuos plásticos y de llantas, serán tratados y eliminados por el gestor ambiental autorizado por cada una de las instituciones aliadas.

Equipos e Implementos de seguridad

- Máscara de seguridad con cartuchos de color marrón.
 - Bata blanca de mangas largas preferiblemente anti fluidos.
 - Gafas de seguridad de policarbonato con protecciones laterales.
 - Campana extractora de gases.
 - Ducha lava ojos.
 - Guantes de Nitrilo, Neopreno o Caucho de butilo
 - Kit de derrames conformado por: escobillas, espátula de plástico, material absorbente según el tipo de derrame, guantes, mascarilla respiración, bolsas, etiquetas de residuos, detergentes.
-

BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. de C. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, "Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos – 2018," 2018. [Online]. Available: https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2020/Ene/informe_nacional_disposicion
- [2] T. M. Adyel, "Accumulation of plastic waste during COVID-19," *Science (80-.)*, vol. 369, no. 6509, pp. 1314–1315, 2020, doi: 10.1126/science.abd9925.
- [3] A. L. Patrício Silva *et al.*, "Increased plastic pollution due to COVID-19 pandemic: Challenges and recommendations," *Chem. Eng. J.*, vol. 405, p. 126683, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.126683>.
- [4] J. J. Klemeš, Y. Van Fan, and P. Jiang, "Plastics: friends or foes? The circularity and plastic waste footprint," *Energy Sources, Part A Recover. Util. Environ. Eff.*, pp. 1–17, Aug. 2020, doi: 10.1080/15567036.2020.1801906.
- [5] A. Antelava *et al.*, "Plastic Solid Waste (PSW) in the Context of Life Cycle Assessment (LCA) and Sustainable Management," *Environ. Manage.*, vol. 64, no. 2, pp. 230–244, 2019, doi: 10.1007/s00267-019-01178-3.
- [6] W. Xu, M. L. Segall, and Z. Li, "Reactivity of Pyrogenic Carbonaceous Matter (PCM) in mediating environmental reactions: Current knowledge and future trends," *Front. Environ. Sci. Eng.*, vol. 14, no. 5, p. 86, 2020, doi: 10.1007/s11783-020-1265-6.
- [7] "Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Pacto por Colombia, pacto por la equidad." [Online]. Available: <https://www.dnp.gov.co/DNPN/Paginas/Plan-Nacional-de-Desarrollo.aspx>.
- [8] "Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, República de Colombia. Decreto 1326, 06 de Julio (2017). 'Por el cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas y se dictan otras disposiciones',." 2017.
- [9] "Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Social, República de Colombia. Decreto 1297, 08 de Julio (2010). 'Por el cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de pilas y/o acumuladores y se adoptan otras d',." 2010.
- [10] R. Acosta, C. Tavera, P. Gauthier-Maradei, and D. Nabarlantz, "Production of Oil and Char by Intermediate Pyrolysis of Scrap Tyres: Influence on Yield and Product Characteristics," *Int. J. Chem. React. Eng.*, vol. 13, no. 2, pp. 189–200, doi: <https://doi.org/10.1515/ijcre-2014-0137>.
- [11] "Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo territorial, 'Resolucion 1457 de 2010,' D. Of. 47786 julio 30 2010, pp. 1–10, 2010."
- [12] M. J. Sweetman *et al.*, "Activated Carbon, Carbon Nanotubes and Graphene: Materials and Composites for Advanced Water Purification," *J. Carbon Res.*, vol. 3, p. 18, 2017, doi: <https://doi.org/10.3390/c3020018>.
- [13] M. V. V. DUEÑAS, "Iniciativas nacionales para el reciclaje de llantas usadas en Colombia. Monografía para optar al título de Especialista en Gestión ambiental. Fundación Universidad de América, Facultad de Educación Permanente y Avanzada," 2020.
- [14] "Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, República de Colombia. (2018). Gestión de Residuos Posconsumo: cifras que evidencian el creciente avance en cultura, conciencia y gestión adecuada," 2018. [Online]. Available: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/28-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana>.
- [15] S. G. Assías, C. Clavijo, S. Usma, and P. Delvasto, "On the Incorporation of Pristine and Pre-vitrified Alkaline Battery Waste into Non-structural Clay Bricks," *Waste and Biomass Valorization*, 2020, doi: 10.1007/s12649-020-01259-z.
- [16] A. M., C. R., R. O., and P. D., "Caracterización fisicoquímica de los materiales activos presentes en pilas gastadas del tipo Ni-Cd segregadas de un lote de pilas desechadas en la ciudad de Caracas," *Av. en Química*, vol. 10, pp. 11–19, 2015, [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93341009004>.
- [17] J. P. S. Echeverr, J. F. Betancur-Pulgarín, and L. M. O. Carmona, "Conminución y análisis granulométrico para un proceso de recuperación de cobalto a partir de baterías de teléfonos móviles," *Gestión y Ambient.*, vol. 19, no. 2, p. 240, 2016, doi: <http://dx.doi.org/10.15446/ga.v19n2.58492>.
- [18] A. Zambrano-Colmenares, J. DÃ\\-az-SalaverrÃ\\-a, and P. Delvasto, "CaracterizaciÃ\\-textthreesuperiorn de los compuestos quÃ\\-micos obtenidos al emplear Ã\\-cido acÃ\\-copyrighttico como agente lixiviante en el tratamiento hidrometalÃ\\-textordmasculinergico de pilas Ni-MH desechadas," *Prod. + Limpia*, vol. 13, pp. 19–29, 2018, [Online].

Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552018000100019&nrm=iso.

- [19] “Medio Ambiente,” *Residuos de galvanizado se utilizarían en pinturas y cerámicos*, 2020.
- [20] Centro de Tecnología de Materiales - CTM, “Reporte Interno de Investigación Tecnológica Proyecto: “Valorización ambiental, social y económica de las corrientes residuales del proceso del galvanizado en caliente,” 2020.
- [21] P. Delvasto, J. A. Casal-Ramos, O. González-Jordán, N. Z. Durán-Rodríguez, J. R. Domínguez, and P. Moncada, “Caracterización de residuos sólidos procedentes de dos procesos distintos de galvanizado en caliente por inmersión,” *Rev. Metal.*, vol. 48, no. 1, pp. 34–44, 2012, doi: 10.3989/revmetalm.1131.
- [22] M. Sillanpää and M. C. Ncibi, *The Circular Economy: Case Studies about the Transition from the Linear Economy*. 2019.
- [23] G. Busca, “Chapter 13 - Heterogeneous Catalysts and Biomass Conversion,” in *Heterogeneous Catalytic Materials*, G. Busca, Ed. Amsterdam: Elsevier, 2014, pp. 429–446.
- [24] G. Busca, “Chapter 12 - Polymerization Catalysts and Heterogenized Homogeneous Catalysts,” in *Heterogeneous Catalytic Materials*, G. Busca, Ed. Amsterdam: Elsevier, 2014, pp. 421–428.
- [25] M. A. Domínguez-Esquivel, José Manuel, Ramos Murillo, *Advanced Catalytic Materials: Current Status and Future Progress*, Springer N. 2019.
- [26] J. A. Bennett, K. Wilson, and A. F. Lee, “Catalytic applications of waste derived materials,” *J. Mater. Chem. A*, vol. 4, no. 10, pp. 3617–3637, 2016, doi: 10.1039/C5TA09613H.
- [27] F. Klose, P. Scholz, G. Kreisel, B. Ondruschka, R. Kneise, and U. Knopf, “Catalysts from waste materials,” *Appl. Catal. B Environ.*, vol. 28, no. 3, pp. 209–221, 2000, doi: [https://doi.org/10.1016/S0926-3373\(00\)00179-X](https://doi.org/10.1016/S0926-3373(00)00179-X).
- [28] J. T. Richardson, *Principles of Catalyst Development*. Springer International Publishing, 1989.
- [29] M. B. Tahir, M. Sohaib, M. Sagir, and M. Rafique, “Role of Nanotechnology in Photocatalysis,” *Ref. Modul. Mater. Sci. Mater. Eng.*, pp. B978-0-12-815732-9.00006–1, 2020, doi: 10.1016/B978-0-12-815732-9.00006-1.
- [30] V. Palmieri and M. Papi, “Can graphene take part in the fight against COVID-19?,” *Nano Today*, vol. 33, p. 100883, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.nantod.2020.100883>.
- [31] S. A. Viczek, A. Aldrian, R. Pomberger, and R. Sarc, “Origins and carriers of Sb, As, Cd, Cl, Cr, Co, Pb, Hg, and Ni in mixed solid waste – A literature-based evaluation,” *Waste Manag.*, vol. 103, pp. 87–112, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.12.009>.
- [32] S. Tetsopgang and G. Kuepouo, “Quantification and characterization of discarded batteries in Yaoundé, from the perspective of health, safety and environmental protection,” *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 52, no. 8, pp. 1077–1081, 2008, doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2008.04.006>.
- [33] T. V. I. Ferronato N, “Waste Mismanagement in Developing Countries: A Review of Global Issues,” *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 16, p. 1060., 2019.
- [34] H. C. Hagelüken C, Lee-Shin JU, Carpentier A, “The EU Circular Economy and Its Relevance to Metal Recycling,” *Recycling*, vol. 1, p. 242, 2016.
- [35] D. C. R. Espinosa, A. M. Bernardes, and J. A. S. Tenório, “An overview on the current processes for the recycling of batteries,” *J. Power Sources*, vol. 135, no. 1, pp. 311–319, 2004, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2004.03.083>.
- [36] C. Nogueira and F. Margarido, *Battery Recycling by Hydrometallurgy: Evaluation of Simultaneous Treatment of Several Cell Systems*. 2012.
- [37] M. Assefi, S. Maroufi, Y. Yamauchi, and V. Sahajwalla, “Pyrometallurgical recycling of Li-ion, Ni–Cd and Ni–MH batteries: A minireview,” *Curr. Opin. Green Sustain. Chem.*, vol. 24, pp. 26–31, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2020.01.005>.
- [38] A. M. Bernardes, D. C. R. Espinosa, and J. A. S. Tenório, “Recycling of batteries: a review of current processes and technologies,” *J. Power Sources*, vol. 130, no. 1, pp. 291–298, 2004, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2003.12.026>.
- [39] S. Maryam Sadeghi, J. Jesus, and H. M. V. M. Soares, “A critical updated review of the hydrometallurgical routes for

recycling zinc and manganese from spent zinc-based batteries,” *Waste Manag.*, vol. 113, pp. 342–350, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.05.049>.

[40] A. Sobianowska-Turek, W. Szczepaniak, P. Maciejewski, and M. Gawlik-Kobylińska, “Recovery of zinc and manganese, and other metals (Fe, Cu, Ni, Co, Cd, Cr, Na, K) from Zn-MnO₂ and Zn-C waste batteries: Hydroxyl and carbonate co-precipitation from solution after reducing acidic leaching with use of oxalic acid,” *J. Power Sources*, vol. 325, pp. 220–228, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2016.06.042>.

[41] G. Wolsky, P. J.-P., and W. S.P., *Used Battery Collection and Recycling Volume 10*, 1st ed. 2001.

[42] “Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (2016). Resolución 0100 No.0150-0895,” [Online]. Available: <http://ecotecsas.com/wp-content/uploads/2016/08/LICENCIA-ECOTEC-SAS.pdf>.

[43] K. Tanong, L.-H. Tran, G. Mercier, and J.-F. Blais, “Recovery of Zn (II), Mn (II), Cd (II) and Ni (II) from the unsorted spent batteries using solvent extraction, electrodeposition and precipitation methods,” *J. Clean. Prod.*, vol. 148, pp. 233–244, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.158>.

[44] J. Molina-Silva, P. Vera-Serna, and P. Delvasto, “Characterization of the metallic phase and the slag phase obtained during the inertization of the cathodes of spent alkaline batteries using liquid aluminum,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1386, p. 12056, Nov. 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1386/1/012056.

[45] J. Pinto, D. Quiroz, P. Delvasto, and S. Blanco, “Characterization of a zinc-nickel alloy coating obtained from an electrolytic bath produced with spent batteries as raw materials,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1119, p. 12005, Nov. 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1119/1/012005.

[46] D. Quiroz, J. Pinto, S. Blanco, and P. Delvasto, “Synthesis and characterization of Zn/Ni-Co bilayer coatings using the metals recovered from spent household batteries as raw materials,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1119, p. 12007, Nov. 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1119/1/012007.

[47] J. C. Díaz-López, J. Angarita, C. Y. Vargas-Angarita, S. Blanco, and P. Delvasto, “Electrolytic recovery of nickel and cobalt as multi-elemental coatings: an option for the recycling of spent Ni-{MH} batteries,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1119, p. 12003, Nov. 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1119/1/012003.

[48] D. A. Bertuol, F. D. R. Amado, H. Veit, J. Z. Ferreira, and A. M. Bernardes, “Recovery of Nickel and Cobalt from Spent NiMH Batteries by Electrowinning,” *Chem. Eng. Technol.*, vol. 35, no. 12, pp. 2084–2092, Dec. 2012, doi: <https://doi.org/10.1002/ceat.201200283>.

[49] B. Forero, J. Díaz-Salaverria, P. Delvasto, and C. Gouveia, *Leaching characteristics of Co-bearing glasses obtained from spent Li-ion batteries*. 2017.

[50] Sánchez Echeverri, “Análisis composicional y determinación de las etapas de conminución para un proceso de recuperación de cobalto a partir de baterías recicladas de Ion-Litio provenientes de celulares,” Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín., 2015.

[51] J. F. Betancur, “Recuperación de cobalto y litio de baterías ion-litio por métodos no convencionales,” Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, 2016.

[52] N. E. Ramírez, “Recuperación de cobalto a partir del reciclaje de baterías ion-litio mediante el uso de biolixiviación y electroobtención,” Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín, 2020.

[53] O. C. L. Quintero-Almanza D, Gamiño-Arroyo Z, Sánchez-Cadena LE, Gómez-Castro FI, Uribe-Ramírez AR, Aguilera-Alvarado AF, “Recovery of Cobalt from Spent Lithium-Ion Mobile Phone Batteries Using Liquid-Liquid Extraction,” *Batteries*, vol. 5, p. 44, 2019.

[54] J. D. Hernández-Betancur, H. F. Hernández, and L. M. Ocampo-Carmona, “A holistic framework for assessing hot-dip galvanizing process sustainability,” *J. Clean. Prod.*, vol. 206, pp. 755–766, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.177>.

[55] H. Song, N. Bhadbhade, and Y. Huang, “Chapter Ten - Sustainability Assessment and Performance Improvement of Electroplating Process Systems,” G. Ruiz-Mercado and H. B. T.-S. in the D. Cabezas Synthesis and Analysis of Chemical Engineering Processes, Eds. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2016, pp. 227–248.

[56] R. Huang, K.-L. Huang, Z.-Y. Lin, J.-W. Wang, C. Lin, and Y.-M. Kuo, “Recovery of valuable metals from electroplating sludge with reducing additives via vitrification,” *J. Environ. Manage.*, vol. 129, pp. 586–592, 2013, doi:

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.08.019>.

[57] “Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones: Mecanizado del metal. Departamento de ordenación del territorio, vivienda y medio ambiente. Eusko Jaurlaritz, Gobierno Vasco. IHOBE Sociedad Pública de Gestión Ambiental.”

[58] F. Entorno, “Guías Tecnológicas. Tratamiento electrolítico o químico de superficies (General) Epigrafe 2.6.,” 2019. [Online]. Available: [http://www.prtr-es.es/Data/images/Guía Tecnológica Tratamiento electrolítico o químico de superficies \(general\)-E9D02613B9FC0A7F.pdf](http://www.prtr-es.es/Data/images/Guía_Tecnológica_Tratamiento_electrolítico_o_químico_de_superficies_(general)-E9D02613B9FC0A7F.pdf).

[59] A. S. Díaz., “Estabilización de lodos de galvanizado en caliente mediante tratamiento térmico para su incorporación en la fabricación de material cerámico,” Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín, 2020.

[60] J. C. Muñoz E., “Planteamiento de un proceso metalúrgico para la recuperación del zinc de la escoria generada en el baño del galvanizado en caliente de la empresa GALCO.,” Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín., 2019.

[61] J. D. Hernández B., “Detección de los puntos críticos del proceso de galvanizado por inmersión en caliente: un enfoque hacia la sostenibilidad y el desarrollo sostenible,” Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín, 2018.

[62] P. A. Owusu, N. Banadda, A. Zziwa, J. Seay, and N. Kiggundu, “Reverse engineering of plastic waste into useful fuel products,” *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, vol. 130, pp. 249–255, 2018, doi: 10.1016/j.jaap.2017.12.020.

[63] R. C. Thompson, C. J. Moore, F. S. vom Saal, and S. H. Swan, “Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends,” *Philos. Trans. R. Soc. B*, vol. 364, pp. 2153–2166, 2016.

[64] P. Dwivedi, P. K. Mishra, M. K. Mondal, and N. Srivastava, “Non-biodegradable polymeric waste pyrolysis for energy recovery,” *Heliyon*, vol. 5, no. 8, p. e02198, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02198>.

[65] K. Ravindranath and R. A. Mashelkar, “Polyethylene terephthalate—I. Chemistry, thermodynamics and transport properties,” *Chem. Eng. Sci.*, vol. 41, no. 9, pp. 2197–2214, 1986, doi: [https://doi.org/10.1016/0009-2509\(86\)85070-9](https://doi.org/10.1016/0009-2509(86)85070-9).

[66] J. Militky, “9 - The chemistry, manufacture and tensile behaviour of polyester fibers,” in *Woodhead Publishing Series in Textiles*, A. R. B. T.-H. of T. P. of T. and T. F. Bunsell, Ed. Woodhead Publishing, 2009, pp. 223–314.

[67] B. I. Beton A, Dias D, Farrant L, Gibon T, Le Guern Y, Desaxce M, Perwuelz A, “Environmental Improvement Potential of Textiles (IMPRO textiles).,” 2014. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/environmental-improvement-potential-textiles-impro-textiles>.

[68] A. Hanoglu, A. Çay, and J. Yanik, “Production of biochars from textile fibres through torrefaction and their characterisation,” *Energy*, vol. 166, pp. 664–673, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.10.123>.

[69] M. Shimao, “Biodegradation of plastics,” *Curr. Opin. Biotechnol.*, vol. 12, no. 3, pp. 242–247, Jun. 2001, doi: 10.1016/S0958-1669(00)00206-8.

[70] F. Villain, J. Coudane, and M. Vert, “Thermal degradation of polyethylene terephthalate: study of polymer stabilization,” *Polym. Degrad. Stab.*, vol. 49, no. 3, pp. 393–397, 1995, doi: [https://doi.org/10.1016/0141-3910\(95\)00121-2](https://doi.org/10.1016/0141-3910(95)00121-2).

[71] S. C. B. T.-T. and I. in A. C. Moldoveanu, Ed., “Chapter 2 Thermal decomposition of polymers,” in *Analytical Pyrolysis of Synthetic Organic Polymers*, vol. 25, Elsevier, 2005, pp. 31–107.

[72] J. Wang *et al.*, “Adsorptive catalysis of hierarchical porous heteroatom-doped biomass: from recovered heavy metal to efficient pollutant decontamination,” *J. Mater. Chem. A*, vol. 6, no. 34, pp. 16690–16698, 2018, doi: 10.1039/C8TA03714K.

[73] S. Chen, Z. Liu, S. Jiang, and H. Hou, “Carbonization: A feasible route for reutilization of plastic wastes,” *Sci. Total Environ.*, vol. 710, p. 136250, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136250>.

[74] P. K. Tripathi *et al.*, “Enlargement of uniform micropores in hierarchically ordered micro–mesoporous carbon for high level decontamination of bisphenol A,” *J. Mater. Chem. A*, vol. 2, no. 22, pp. 8534–8544, 2014, doi: 10.1039/C4TA00578C.

[75] T. Fu, Y. Jiang, J. Lv, and Z. Li, “Effect of carbon support on Fischer–Tropsch synthesis activity and product distribution over Co-based catalysts,” *Fuel Process. Technol.*, vol. 110, pp. 141–149, 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2012.12.006>.

[76] Leidy Astrid Hoyos Giraldo, “Síntesis y caracterización de materiales carbonáceos porosos N-dopados y su evaluación como soportes catalíticos para electrodos en celdas de hidrógeno,” Universidad de Antioquia, 2015.

- [77] J.-L. Wang and L.-L. Wang, "Catalytic Pyrolysis of Municipal Plastic Waste to Fuel with Nickel-loaded Silica-alumina Catalysts," *Energy Sources, Part A Recover. Util. Environ. Eff.*, vol. 33, no. 21, pp. 1940–1948, Aug. 2011, doi: 10.1080/15567030903436814.
- [78] E. Chaichana, W. Wiwatthanodom, and B. Jongsomjit, "Carbon-Based Catalyst from Pyrolysis of Waste Tire for Catalytic Ethanol Dehydration to Ethylene and Diethyl Ether," *Int. J. Chem. Eng.*, vol. 2019, p. 4102646, 2019, doi: 10.1155/2019/4102646.
- [79] Y. Huang *et al.*, "Volatile-char interactions during biomass pyrolysis: Understanding the potential origin of char activity," *Bioresour. Technol.*, vol. 316, p. 123938, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123938>.
- [80] Z. D. Hood *et al.*, "Tire-derived carbon for catalytic preparation of biofuels from feedstocks containing free fatty acids," *Carbon Resour. Convers.*, vol. 1, no. 2, pp. 165–173, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.crcon.2018.07.007>.
- [81] R. G. dos Santos and A. C. Alencar, "Biomass-derived syngas production via gasification process and its catalytic conversion into fuels by Fischer Tropsch synthesis: A review," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 45, no. 36, pp. 18114–18132, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.07.133>.
- [82] S. C. ARAUJO-FERRER, A. DE ALMEIDA, A. ZABALA, and A. GRANADOS, "Uso de catalizadores en los procesos Fischer-Tropsch," *Rev. Mex. Ing. química*, vol. 12, 2013.
- [83] M. Ding *et al.*, "Influence of manganese promoter on co-precipitated Fe–Cu based catalysts for higher alcohols synthesis," *Fuel*, vol. 109, pp. 21–27, 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2012.06.034>.
- [84] Y. Li, X. Zhang, and M. Wei, "New development in Fe/Co catalysts: Structure modulation and performance optimization for syngas conversion," *Chinese J. Catal.*, vol. 39, no. 8, pp. 1329–1346, 2018, doi: [https://doi.org/10.1016/S1872-2067\(18\)63100-6](https://doi.org/10.1016/S1872-2067(18)63100-6).
- [85] X. Zhang, Y. Li, G. Li, and C. Hu, "Preparation of Fe/activated carbon directly from rice husk pyrolytic carbon and its application in catalytic hydroxylation of phenol," *RSC Adv.*, vol. 5, no. 7, pp. 4984–4992, 2015, doi: 10.1039/C4RA13248C.
- [86] J. Zhao, Z. Zong, T. Wang, T. Liu, and X. Wei, "Synthesis of light hydrocarbons over Fe/AC catalysts," *Int. J. Min. Sci. Technol.*, vol. 22, no. 2, pp. 209–212, 2012, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2011.08.011>.
- [87] J. Nisar *et al.*, "Pyrolysis of polystyrene waste for recovery of combustible hydrocarbons using copper oxide as catalyst," *Waste Manag. Res.*, vol. 38, no. 11, pp. 1269–1277, 2020, doi: 10.1177/0734242X20904403.
- [88] J. Tang, Y. Pei, Q. Hu, D. Pei, and J. Xu, "The Recycling of Ferric Salt in Steel Pickling Liquors: Preparation of Nano-sized Iron Oxide," *Procedia Environ. Sci.*, vol. 31, pp. 778–784, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.02.071>.

Productos

Generación de nuevo conocimiento

Subtipo Producto	Producto	Descripción	Cantidad	Beneficiario
Capítulo en libro resultado de investigación	Capítulos de libro categoría B	Capítulo de libro con énfasis en procesos de valorización de residuos materiales metálicos/carbonosos para la síntesis de materiales catalizadores.	3	Comunidad científica. Público en general con interés en procesos novedosos de reciclaje. Comunidad académica de las instituciones pertenecientes a la alianza.

Artículo de investigación	Artículos categoría A1	Artículo de divulgación científica de los resultados obtenidos en el proyecto	3	Comunidad científica Público en general con interés en procesos novedosos de reciclaje Comunidad académica perteneciente a las instituciones que hacen parte de la alianza
Artículo de investigación	Artículos categoría A2	Artículo de divulgación científica de los resultados obtenidos en el proyecto	2	Comunidad científica. Público en general con interés en procesos novedosos de reciclaje Comunidad académica de las instituciones pertenecientes a la alianza.

Desarrollo Tecnológico e innovación

Subtipo Producto	Producto	Descripción	Cantidad	Beneficiario
Consultorías e informes técnicos finales	Informes técnicos realizados en el marco del proyecto	Informe de investigación que contenga los productos y la aplicación potencial de los residuos estudiados en procesos de catálisis heterogénea.	1	Comunidad científica. Público en general con interés en procesos novedosos de reciclaje. Pymes, Mipymes, emprendedores y asociaciones cooperativas del sector manejo de residuos.
Consultorías e informes técnicos finales	Informes técnicos realizados en el marco del proyecto	Informe Técnico Final de las actividades de CTel desarrolladas y los resultados de investigación obtenidos por los estudiantes.	10	Comunidad científica. Público en general con interés en procesos novedosos de reciclaje. Comunidad académica de las instituciones pertenecientes a la alianza.

Apropiación Social del Conocimiento

Subtipo Producto	Resultado	Descripción	Cantidad	Beneficiario
Estrategias pedagógicas para el fomento de la CTel y la creación	Estrategias pedagógicas para el fomento de la CTel	Participación activa en semilleros de investigación	4	Comunidad académica de las instituciones pertenecientes a la alianza.
Productos de apropiación social del conocimiento	CARTILLA o FOLLETO	Folleto Informativo en formato PDF para ser divulgado en las redes sociales de los semilleros de investigación de los grupos de investigación que conforman la alianza.	7	-Público en general con interés en procesos novedosos de reciclaje. - Comunidad universitaria de las áreas fines del proyecto. - Empresas del sector reciclaje y valorización
Productos de apropiación social del conocimiento	CARTILLA o FOLLETO	Guía con lineamientos para la toma de decisiones por parte de los actores estratégicos relacionados con el manejo integral de residuos.	2	-Público en general con interés en procesos novedosos de reciclaje - Comunidad universitaria de las áreas fines del proyecto - Empresas del sector reciclaje y valorización
Productos de apropiación social del conocimiento	REALIZACIÓN DE CURSOS DE CAPACITACIÓN, SEMINARIOS Y TALLERES	Taller Preparatorio (4horas, > 25 participantes), comunidad universitaria y colectivos interesados en reciclaje, en el marco de los semilleros de investigación de la Alianza.	7	Comunidad científica Público en general con interés en procesos novedosos de reciclaje. Pymes, mipymes y cooperativas
Circulación de conocimiento especializado	Participaciones u organizaciones de eventos científicos, tecnológicos y de innovación (congresos, seminarios, foros, conversatorios, talleres, entre otros)	Simposio sobre obtención de catalizadores a partir de fuentes de materias primas secundarias provenientes del reciclaje.	1	Comunidad científica, público en general con interés en procesos novedosos de reciclaje.

Artículo de divulgación	Artículo de divulgación	Documento reflexivo que describe la integración del enfoque de apropiación social del conocimiento mediante CTel en el proyecto de investigación de I+D+i.	1	Comunidad científica Público en general con interés en procesos novedosos de reciclaje. Comunidad académica perteneciente a la IES de la Alianza Minciencias
Artículo de divulgación	Artículo de divulgación	Artículo de reflexión académica y experiencia investigativa	8	Comunidad científica. Público en general con interés en procesos novedosos de reciclaje.
Comunicación con enfoque en las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad	Generación de contenidos impresos, multimedia y virtuales	Producto audiovisual sobre la importancia técnica, social, ambiental y económica de la valorización integral de residuos en Colombia	1	Comunidad científica Público en general con interés en procesos novedosos de reciclaje.
Productos de apropiación social del conocimiento	PONENCIAS	Comunicación de los resultados científico técnicos del proyecto eventos de carácter científico internacional	3	Comunidad científica, público en general con interés en procesos novedosos de reciclaje.
Productos de apropiación social del conocimiento	PONENCIAS	Comunicación de los resultados científico técnicos del proyecto eventos de carácter científico nacional	14	Comunidad científica, público en general con interés en procesos novedosos de reciclaje.

Formación Recurso Humano

Subtipo Producto	Formación	Descripción	Numero Personas	Beneficiario
------------------	-----------	-------------	-----------------	--------------

Estudiante de maestría	Formación de estudiantes de maestría	Se vincula estudiante de maestría a la alianza para el desarrollo de su tesis.	2	Estudiantes de maestría Programa de Maestría en Ingeniería Química, área energética, de la Universidad de Antioquia Programa de Maestría en Ingeniería - Materiales y Procesos de la Nal
Trabajo de grado de maestría	Trabajo de grado de maestría aprobado	Acta de entrega de trabajo de grado	2	Estudiantes de maestría participantes en la alianza
Trabajo de grado de pregrado	Trabajo de grado aprobado	Acta de entrega de trabajo de grado	7	Comunidad académica de las instituciones pertenecientes a la alianza. Estudiantes de pregrado vinculados.
Estudiante de doctorado	Vinculación de estudiantes de doctorado	Se vincula un estudiante de doctorado a la alianza para el desarrollo de su tesis.	1	Estudiante de doctorado
Estudiante de pregrado	Formación de estudiantes de pregrado	Participación de estudiantes de pregrado para el desarrollo de sus actividades de investigación	7	Comunidad académica de las instituciones pertenecientes a la alianza

Personal

Tipo Personal

Tipo Personal	Cantidad
COINVESTIGADOR	5
INVESTIGADOR PRINCIPAL	1
ESTUDIANTE DE MAESTRÍA O DE ESPECIALIDAD MÉDICA	2
ESTUDIANTE DE PREGRADO, TÉCNICO O TECNÓLOGO	7
ESTUDIANTE DOCTORADO	1

Personal

Entidad:	TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA		
Vinculación Proyecto:	COINVESTIGADOR		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	43984126
Nombres:	Leidy Astrid		

Primer Apellido:	Hoyos	Segundo Apellido:	Giraldo
Fecha de Nacimiento:	1985-06-06	País:	Colombia
Email:	leidys_hoyos@hotmail.com		
Género:	Femenino	Categoría:	Integrante Vinculado con Doctorado
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Adulthood (27- 59 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A

Función en el Proyecto:

Coordinación de las actividades experimentales relacionadas con la valorización de los residuos provenientes de plásticos y de la fabricación de material textil quirúrgico, a partir de pirólisis con catalizadores con el fin de obtener sustancias útiles y potencialmente comercializables. Evaluar la producción de materiales carbonosos y catalíticos a partir de residuos de plásticos y su uso potencial en diferentes aplicaciones.

Duración Horas Semanales:

4

Número de Meses:

36

Entidad:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		
Vinculación Proyecto:	COINVESTIGADOR		
Tipo Documento:	PASAPORTE ORDINARIO EXTRANJERO	Número Documento:	046091271
Nombres:	PEDRO		
Primer Apellido:	DELVASTO	Segundo Apellido:	Angarita
Fecha de Nacimiento:	1976-05-08	País:	Venezuela
Email:	delvasto@uis.edu.co		
Género:	Masculino	Categoría:	Investigador Asociado
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Adulthood (27- 59 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A

Función en el Proyecto:

Coordinación de actividades experimentales relacionadas con la valorización metalúrgica de baterías desechadas para la recuperación de precursores metálicos. Dirección de dos (02) trabajos de grado (pregrado) en Ingeniería Metalúrgica en la temática del proyecto. Análisis de resultados de caracterización fisicoquímica de los precursores metálicos obtenidos para su posible aplicación como materiales catalíticos heterogéneos. Revisión de informes.

Duración Horas Semanales:

1

Número de Meses:

18

Entidad:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA		
Vinculación Proyecto:	COINVESTIGADOR		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	71738910
Nombres:	Jorge Andrés		
Primer Apellido:	Moreno	Segundo Apellido:	Lopera

Fecha de Nacimiento:	1971-12-28	País:	Colombia
Email:	jorge.moreno@udea.edu.co	Categoría:	Investigador Sénior
Género:	Masculino	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Grupo Etario:	Adultez (27- 59 años)
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
¿Registrado en CvLAC?:	Si		

Función en el Proyecto:	Coordinación y asesoría de las actividades científicas relacionadas con la evaluación catalítica de los catalizadores metálicos heterógeneos.		
Duración Horas Semanales:	4	Número de Meses:	36

Entidad:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA		
Vinculación Proyecto:	COINVESTIGADOR		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	43667144
Nombres:	Luz Marina	Segundo Apellido:	Carmona
Primer Apellido:	Ocampo	País:	Colombia
Fecha de Nacimiento:	1968-10-15	Categoría:	Investigador Asociado
Email:	lmocampo@unalmed.edu.co	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Género:	Femenino	Grupo Etario:	Adultez (27- 59 años)
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico		
¿Registrado en CvLAC?:	Si		

Función en el Proyecto:	Coordinación de las actividades experimentales relacionadas con el aprovechamiento de residuos de los procesos de galvanizado en Caliente y baterías ión-litio		
Duración Horas Semanales:	4	Número de Meses:	36

Entidad:	POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID		
Vinculación Proyecto:	INVESTIGADOR PRINCIPAL		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	43600604
Nombres:	Alba Nelly	Segundo Apellido:	Arias
Primer Apellido:	Ardila	País:	Colombia
Fecha de Nacimiento:	1975-09-02	Categoría:	Investigador Sénior
Email:	anardila@elpoli.edu.co		
Género:	Femenino		

Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Adulthood (27- 59 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto:	Coordinación y asesoría de las actividades científicas relacionadas con la evaluación catalítica de los catalizadores metálicos heterógenos.		
Duración Horas Semanales:	10	Número de Meses:	36

Entidad:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA		
Vinculación Proyecto:	ESTUDIANTE DE MAESTRÍA O DE ESPECIALIDAD MÉDICA		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1032492453
Nombres:	Juan José		
Primer Apellido:	Pardo	Segundo Apellido:	Saray
Fecha de Nacimiento:	1997-08-09	País:	Colombia
Email:	jjpardos@unal.edu.co		
Género:	Masculino	Categoría:	Integrante Vinculado
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Juventud (14 - 26 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto:	Experimentación en la recuperación de hierro a partir de los lodos de galvanizado en caliente		
Duración Horas Semanales:	24	Número de Meses:	12

Entidad:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA		
Vinculación Proyecto:	ESTUDIANTE DE PREGRADO, TÉCNICO O TECNÓLOGO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1042065942
Nombres:	Juan Diego		
Primer Apellido:	Quintero	Segundo Apellido:	Correa
Fecha de Nacimiento:	1996-11-15	País:	Colombia
Email:	jdquinteroc@unal.edu.co		
Género:	Masculino	Categoría:	Integrante Vinculado
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Juventud (14 - 26 años)

¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto: Experimentación en la recuperación de cobalto a partir de baterías ión-litio			
Duración Horas Semanales:	8	Número de Meses:	6

Entidad:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA		
Vinculación Proyecto:	ESTUDIANTE DE MAESTRÍA O DE ESPECIALIDAD MÉDICA		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1037648978
Nombres:	Sebastian		
Primer Apellido:	Amar	Segundo Apellido:	Gil
Fecha de Nacimiento:	1996-04-23	País:	Colombia
Email:	sebastian.amar@udea.edu.co		
Género:	Masculino	Categoría:	Estudiante de Maestría
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Adultez (27- 59 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto: Preparación, caracterización y evaluación de catalizadores			
Duración Horas Semanales:	24	Número de Meses:	12

Entidad:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		
Vinculación Proyecto:	ESTUDIANTE DE PREGRADO, TÉCNICO O TECNÓLOGO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1101694524
Nombres:	Diego Nicolás		
Primer Apellido:	Sarques	Segundo Apellido:	Suarez
Fecha de Nacimiento:	1996-01-10	País:	Colombia
Email:	DIEGO.SARQUES@correo.uis.edu.co		
Género:	Masculino	Categoría:	Integrante Vinculado
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Adultez (27- 59 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto: Apoyo en la evaluación de procesos fisicoquímicos para la valorización metalúrgica de baterías alcalinas gastadas			
Duración Horas Semanales:	8	Número de Meses:	6

Entidad:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		
----------	-------------------------------------	--	--

Vinculación Proyecto:	ESTUDIANTE DE PREGRADO, TÉCNICO O TECNÓLOGO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1098797368
Nombres:	Silvia Juliana		
Primer Apellido:	Bermejo	Segundo Apellido:	Villamarin
Fecha de Nacimiento:	1997-04-08	País:	Colombia
Email:	silvia.bermejo@correo.uis.edu.co		
Género:	Femenino	Categoría:	Integrante Vinculado
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Juventud (14 - 26 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto: Apoyo en obtención de materiales cerámicos precursores a partir de baterías alcalinas gastadas			
Duración Horas Semanales:	8	Número de Meses:	6

Entidad:	POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID		
Vinculación Proyecto:	COINVESTIGADOR		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	577532
Nombres:	Erasmus		
Primer Apellido:	Arriola	Segundo Apellido:	Villaseñor
Fecha de Nacimiento:	1985-05-26	País:	México
Email:	yackko@gmail.com		
Género:	Masculino	Categoría:	Investigador Junior
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Adultez (27- 59 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto: Coordinación y asesoría de las actividades científicas relacionadas con la síntesis y caracterización fisicoquímica y espectroscópica e los catalizadores metálicos heterógeneos			
Duración Horas Semanales:	20	Número de Meses:	24

Entidad:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA		
Vinculación Proyecto:	ESTUDIANTE DOCTORADO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1037587608
Nombres:	Veronica		
Primer Apellido:	Correa	Segundo Apellido:	Rodriguez

Fecha de Nacimiento:	1988-04-23	País:	Colombia
Email:	veronica_co23@hotmail.com		
Género:	Femenino	Categoría:	Integrante Vinculado con Pregrado
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Adultez (27- 59 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A

Función en el Proyecto:	Asesoramiento y apoyo en las etapas de caracterización de residuos que se utilizarán para obtener los precursores de cobalto y hierro. Así como en las etapas necesarias de pre-tratamiento, de forma que puedan servir como precursores metálicos.		
Duración Horas Semanales:	24	Número de Meses:	30

Entidad:	POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID		
Vinculación Proyecto:	ESTUDIANTE DE PREGRADO, TÉCNICO O TECNÓLOGO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1000204232
Nombres:	Laura		
Primer Apellido:	Garcia	Segundo Apellido:	Gutierrez
Fecha de Nacimiento:	2000-04-28	País:	Colombia
Email:	laura_garcia64182@elpoli.edu.co		
Género:	Femenino	Categoría:	
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Juventud (14 - 26 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A

Función en el Proyecto:	Desarrollo de actividades científicas relacionadas con la evaluación catalítica de los catalizadores metálicos heterógenos.		
Duración Horas Semanales:	8	Número de Meses:	6

Entidad:	POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID		
Vinculación Proyecto:	ESTUDIANTE DE PREGRADO, TÉCNICO O TECNÓLOGO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1036679693
Nombres:	Lisney Carina		
Primer Apellido:	López	Segundo Apellido:	Molina
Fecha de Nacimiento:	1998-05-22	País:	Colombia
Email:	lisney_lopez64152@elpoli.edu.co		

Género:	Femenino	Categoría:	
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Juventud (14 - 26 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto:	Desarrollo de de las actividades científicas relacionadas con la síntesis y caracterización fisicoquímica y espectroscópica e los catalizadores metálicos heterógeneos.		
Duración Horas Semanales:	8	Número de Meses:	6

Entidad:	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA		
Vinculación Proyecto:	ESTUDIANTE DE PREGRADO, TÉCNICO O TECNÓLOGO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1152219465
Nombres:	David		
Primer Apellido:	Garcia	Segundo Apellido:	Contreras
Fecha de Nacimiento:	1997-11-29	País:	Colombia
Email:	david.garciac@udea.edu.co		
Género:	Masculino	Categoría:	Integrante Vinculado
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Juventud (14 - 26 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto:	Preparación, caracterización y evaluación de catalizadores		
Duración Horas Semanales:	8	Número de Meses:	6

Entidad:	TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA		
Vinculación Proyecto:	ESTUDIANTE DE PREGRADO, TÉCNICO O TECNÓLOGO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1035920040
Nombres:	Manuela		
Primer Apellido:	lara	Segundo Apellido:	vasquez
Fecha de Nacimiento:	1997-07-17	País:	Colombia
Email:	manuela.lara88@correo.tdea.edu.co		
Género:	Femenino	Categoría:	Estudiante de Pregrado
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Juventud (14 - 26 años)

¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto:	Obtención de catalizadores porosos para la pirólisis de materiales plásticos y residuos textiles quirúrgicos.		
Duración Horas Semanales:	8	Número de Meses:	6

Cronograma

Número	Actividad	Inicio	Final	Tiempo
1	Revisión bibliográfica	1	36	Meses
2	Recolección de residuos derivados de plásticos, textiles y llantas	2	5	Meses
3	Síntesis de moldes porosos a base de sílice para la obtención de materiales carbonosos porosos	5	6	Meses
4	Pirólisis de materiales de residuos para la obtención de materiales carbonosos porosos.	7	10	Meses
5	Caracterización de los materiales carbonosos porosos	10	12	Meses
6	Obtención de precursores químicos a partir de residuos postconsumo de baterías	1	18	Meses
7	Obtención de precursores químicos a partir de residuos industriales del proceso de galvanizado en caliente	1	18	Meses
8	Caracterización de precursores químicos obtenidos a partir de los diferentes residuos de metales	1	18	Meses
9	Preparación y caracterización de catalizadores usando los precursores químicos y soportes obtenidos a partir de los residuos postconsumo	12	24	Meses
10	Evaluación del desempeño de los catalizadores en la síntesis Fischer-Tropsch	18	30	Meses
11	Estudios exploratorios sobre usos alternativos de precursores químicos y materiales carbonosos derivados de los residuos	24	36	Meses
12	Preparación de publicaciones y trabajos para participación en eventos	6	36	Meses
13	Preparación de informes (técnicos y financieros) de avance y final	6	36	Meses

Rubros

Rubro	Financiado	Contrapartida en Efectivo	Contrapartida en Especie	Valor Total
BIBLIOGRAFÍA	\$0	\$0	\$44.847.982	\$44.847.982
EQUIPOS	\$60.000.000	\$0	\$422.235.617	\$482.235.617
EVENTOS ACADÉMICOS	\$14.466.732	\$0	\$0	\$14.466.732
GASTOS DE OPERACIÓN	\$26.953.425	\$0	\$0	\$26.953.425
MATERIALES E INSUMOS	\$79.539.564	\$0	\$6.500.000	\$86.039.564
PERSONAL CIENTÍFICO	\$59.148.000	\$0	\$211.193.546	\$270.341.546

PERSONAL DE APOYO	\$69.681.636	\$0	\$0	\$69.681.636
PUBLICACIONES	\$15.000.000	\$0	\$0	\$15.000.000
SALIDAS DE CAMPO	\$1.999.998	\$0	\$0	\$1.999.998
SERVICIOS TÉCNICOS	\$60.213.000	\$0	\$3.050.000	\$63.263.000
VIAJES	\$25.000.000	\$0	\$0	\$25.000.000
SUBTOTAL	\$412.002.355	\$0	\$687.827.145	\$1.099.829.500
VINCULACIÓN DE ESTUDIANTES	\$137.990.632	\$67.415.270	\$0	\$205.405.902
TOTAL	\$549.992.987	\$67.415.270	\$687.827.145	\$1.305.235.402

Rubros Entidad

Entidad: POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID

Rubro	Descripción	Justificación	Entidad Financiadora	Financiado	%	Efectivo	%	Especie	%	Valor Total
EQUIPOS	Sistema de reacción en continuo	Obtención de materiales carbonosos y de productos con diferentes aplicaciones.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$13.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$13.000.000
EQUIPOS	Espectrofotómetro UV-2600, Shimadzu	Análisis de reactivos y productos de reacción	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$26.032.248	100	\$26.032.248
EQUIPOS	Sistema de reactor Batch	Obtención de materiales carbonosos y de productos con diferentes aplicaciones.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$12.920.586	100	\$12.920.586
EQUIPOS	HPLC Shimadzu Prominence CTO-20A, equipado con una bomba cuaternaria (LC-20ADXR), detector de arreglo de diodos, horno, desgasificador y automuestreador	Cuantificación de los reactivos y productos obtenidos en las reacciones.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$66.724.138	100	\$66.724.138
EQUIPOS	Espectrofotómetro de absorción atómica, con llama aire-acetileno, Marca Agilent, 240 FS.	Cuantificación de precursores y materiales metálicos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$42.840.000	100	\$42.840.000
EQUIPOS	CONTROLADOR FLUJO MASICO OMEGA, Principio: Hilo Caliente o dispersión térmica, Rango: 0 - 100 sccm Salida análoga, Precisión de 1.5% de la escala, Presión máxima de 500 psi. Temperatura max: 50°C, Alimentación 12 VDC, Cuerpo en bronce, Con display con adaptador de voltaje y potenciómetro de 10 vueltas para seleccionar el flujo deseado.	Obtención de materiales carbonosos y de productos con diferentes aplicaciones.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$12.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$12.000.000
EQUIPOS	Baño de recirculación LAUDA, Modelo APLHA RA 8; Capacidad: 5 litros.	Condensación de productos de reacción.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$4.380.000	100	\$4.380.000
EQUIPOS	Bomba de vacío ROCKER, Modelo 400; Vacío máximo: 680 mm Hg; Flujo : 34 L/min.	Extracción y purificación de productos de reacción.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$1.500.000	100	\$1.500.000
EQUIPOS	Cromatógrafo de gases Shimadzu GC-2010, equipado con detectores FID y automuestreador.	Cuantificación de los reactivos y productos obtenidos en las reacciones.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$34.484.994	100	\$34.484.994

EQUIPOS	Mufla Centricol	Tratamiento térmico de los materiales	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$1.937.072	100	\$1.937.072
EQUIPOS	Plancha de calentamiento con agitación magnética	Tratamiento químico de los materiales	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$3.931.612	100	\$3.931.612
EQUIPOS	Rotoevaporador HELDOPH, Modelo HEI-VAP Presicion HL.	Obtención de materiales carbonosos y extracción de productos con diferentes aplicaciones.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$4.500.000	100	\$4.500.000
EQUIPOS	Centrífuga Centricol	Extracción y purificación de productos de reacción.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$1.350.000	100	\$1.350.000
EQUIPOS	Equipos de cómputo y software	Elaboración de informes y producción científica	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$3.000.000	100	\$3.000.000
EQUIPOS	Baño María MEMMERT, Abertura/profundidad del baño: 329 x 300/150 mm; Capacidad: 2 - 12 L ; Rango de temperatura de trabajo: 25 - 95 °C.	Tratamiento térmico y químico de los materiales carbonosos y metálicos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$2.700.000	100	\$2.700.000
EQUIPOS	Balanza de humedad	Determinación de humedad de los materiales	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$4.573.972	100	\$4.573.972
EQUIPOS	Balanza analítica Ohaus	Pesaje de reactivos y materiales	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$2.272.920	100	\$2.272.920
EQUIPOS	Sistema de reactor de flujo continuo	Obtención de materiales carbonosos y de productos con diferentes aplicaciones	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$6.460.293	100	\$6.460.293
EQUIPOS	Horno convencional	Tratamiento térmico de materiales	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$4.800.000	100	\$4.800.000
EQUIPOS	Tamizadora con una serie de Tamices ASTM	Obtención de materiales granulares con diferentes tamaños de partícula	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$821.250	100	\$821.250
EQUIPOS	Espectrofotómetro IRAffinity-1s, Shimadzu	Caracterización superficial de los materiales	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$26.896.552	100	\$26.896.552
EQUIPOS	pH-metro HANNA INSTRUMENTS, Modelo HI 2221. Electrodo de pH HI 1131P	Medición y control del pH durante la síntesis y caracterización de materiales carbonoso y metálicos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$1.980.000	100	\$1.980.000
EQUIPOS	Baño Ultra sonido	Tratamiento de sonificación de materiales	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$1.950.000	100	\$1.950.000
EVENTOS ACADÉMICOS	Evento científico de carácter nacional o internacional relacionado con el área del proyecto de investigación.	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$3.466.732	100	\$0	0	\$0	0	\$3.466.732

GASTOS DE OPERACIÓN	Pago de insumos y de honorarios para la administración del proyecto	Administración y papelería relacionada con los trámites del proyecto	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$26.953.425	100	\$0	0	\$0	0	\$26.953.425
MATERIALES E INSUMOS	Disolventes y reactivos	Síntesis y caracterización de catalizadores heterógenos metálicos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$9.719.782	100	\$0	0	\$0	0	\$9.719.782
MATERIALES E INSUMOS	Gases UAP para análisis cromatográfico	Cuantificación de reactivos y productos de las reacciones y evaluación catalítica de los catalizadores heterógenos metálicos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$8.219.782	100	\$0	0	\$0	0	\$8.219.782
MATERIALES E INSUMOS	Lamparas de Absorción Atómica Marca Agilent, Cát. Hueco codif, 1/pa	Cuantificación metálica presente en los catalizadores heterógenos metálicos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$8.600.000	100	\$0	0	\$0	0	\$8.600.000
PERSONAL CIENTÍFICO	Erasmus Arriola Villaseñor	Coordinación y asesoría de las actividades científicas relacionadas con la síntesis y caracterización fisicoquímica y espectroscópica e los catalizadores metálicos heterógenos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$59.148.000	100	\$0	0	\$0	0	\$59.148.000
PERSONAL CIENTÍFICO	Alba Nelly Ardila Arias	Coordinación y asesoría de las actividades científicas relacionadas con la evaluación catalítica de los catalizadores metálicos heterógenos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$65.701.440	100	\$65.701.440
PUBLICACIONES	Publicación científica en revista indexada de carácter nacional o internacional	Divulgación de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$3.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$3.000.000
SALIDAS DE CAMPO	Recolección de materia prima (residuos urbanos-industriales)	Obtención de material particulado en polvo de las llantas usadas para la obtención de la materia prima para la síntesis de carbones y catalizadores.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.999.998	100	\$0	0	\$0	0	\$1.999.998
SERVICIOS TÉCNICOS	Adsorción-Desorción de Nitrógeno	Determinación de las propiedades texturales de los catalizadores bimetalicos obtenidos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.242.600	100	\$0	0	\$0	0	\$1.242.600
SERVICIOS TÉCNICOS	Espectroscopia de absorción atómica	Caracterización morfológica de los catalizadores bimetalicos obtenidos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$2.000.000	100	\$2.000.000
SERVICIOS TÉCNICOS	Análisis elemental	Determinación de la composición química de los catalizadores bimetalicos obtenidos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.242.600	100	\$0	0	\$0	0	\$1.242.600
SERVICIOS TÉCNICOS	Análisis termogravimétrico	Determinación de la estabilidad térmica de los catalizadores bimetalicos obtenidos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.242.600	100	\$0	0	\$0	0	\$1.242.600
SERVICIOS TÉCNICOS	Difracción de rayos X	Identificación de las fases cristalinas de los catalizadores bimetalicos obtenidos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.242.600	100	\$0	0	\$0	0	\$1.242.600

SERVICIOS TÉCNICOS	Microscopía electrónica de barrido	Caracterización morfológica de los catalizadores bimetalicos obtenidos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.242.600	100	\$0	0	\$0	0	\$1.242.600
VIAJES	México	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales en evento científico.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$990.000	100	\$0	0	\$0	0	\$990.000
VIAJES	Medellín	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales en evento científico. .	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$990.000	100	\$0	0	\$0	0	\$990.000
VIAJES	Medellín	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales en evento científico.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$990.000	100	\$0	0	\$0	0	\$990.000
VIAJES	Brasil	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales en evento científico.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$2.030.010	100	\$0	0	\$0	0	\$2.030.010
VINCULACIÓN DE ESTUDIANTES	Lisney Carina López Molina	Desarrollo de de las actividades científicas relacionadas con la síntesis y caracterización fisicoquímica y espectroscópica e los catalizadores metálicos heterógeneos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$5.266.818	100	\$0	0	\$0	0	\$5.266.818
VINCULACIÓN DE ESTUDIANTES	Laura Garcia Gutierrez	Desarrollo de actividades científicas relacionadas con la evaluación catalítica de los catalizadores metálicos heterógeneos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$5.266.818	100	\$0	0	\$0	0	\$5.266.818
TOTAL				\$167.854.365		\$0		\$323.757.077		\$491.611.442

Entidad: TECNOLÓGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA

Rubro	Descripción	Justificación	Entidad Financiadora	Financiado	%	Efectivo	%	Especie	%	Valor Total
EQUIPOS	Mufa	Tratamiento de las muestras y pirólisis de residuos plásticos y textiles	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$1.000.000	100	\$1.000.000
EQUIPOS	Espectrofotómetro UV-2600, Shimadzu	Análisis de reactivos y productos de reacción	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$1.000.000	100	\$1.000.000
EQUIPOS	Equipos de cómputo	Análisis de los resultados y escritura de papers	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$600.000	100	\$600.000
EQUIPOS	Centrífuga	Extracción y purificación de productos de reacción.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$300.000	100	\$300.000
EQUIPOS	pH metro	Control del pH para la síntesis de materiales carbonáceos porosos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$1.000.000	100	\$1.000.000
EQUIPOS	Balanza analítica	Procedimiento de laboratorio como el pesaje para la obtención materiales carbonáceos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$800.000	100	\$800.000

EQUIPOS	Sistema de reacción de flujo másico	Obtención de materiales carbonáceos porosos a partir de los residuos y control de flujo	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$15.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$15.000.000
EQUIPOS	Horno convencional	Tratamiento y secado de las muestras para la obtención de las materiales carbonáceos a partir de residuos de plásticos y textiles	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$500.000	100	\$500.000
EQUIPOS	Plancha de calentamiento con agitación magnética	Tratamiento térmico y químico de los materiales	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$500.000	100	\$500.000
EVENTOS ACADÉMICOS	Evento científico de carácter nacional o internacional relacionado con el área del proyecto de investigación.	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales carbonosos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$2.500.000	100	\$0	0	\$0	0	\$2.500.000
MATERIALES E INSUMOS	Ractivos químicos líquidos	Reactivos para la síntesis de materiales carbonáceos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$500.000	100	\$0	0	\$0	0	\$500.000
MATERIALES E INSUMOS	Reactivos químicos sólidos	Reactivos para la síntesis de materiales carbonáceos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$500.000	100	\$0	0	\$0	0	\$500.000
MATERIALES E INSUMOS	Material Plástico de laboratorio	Materiales para la ejecución de montajes y procedimientos de laboratorio.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$500.000	100	\$500.000
MATERIALES E INSUMOS	Material de vidrio de laboratorio	Materiales para la ejecución de montajes y procedimientos de laboratorio, incluyendo obtención de materiales carbonáceos, almacenamiento de reactivos preparados, etc	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$1.000.000	100	\$1.000.000
PERSONAL CIENTIFICO	Leidy Astrid Hoyos Giraldo	Coordinación de las actividades experimentales relacionadas con la valorización de los residuos provenientes de plásticos y de la fabricación de material textil quirúrgico, a partir de pirólisis con catalizadores con el fin de obtener sustancias útiles y potencialmente comercializables. Evaluar la producción de materiales carbonosos y catalíticos a partir de residuos de plásticos y su uso potencial en diferentes aplicaciones.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$25.200.000	100	\$25.200.000
PERSONAL DE APOYO	Personal de apoyo TdeA	Síntesis y caracterización de materiales carbonáceos porosos obtenidos a partir de residuos plásticos y textiles.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$5.266.818	100	\$0	0	\$0	0	\$5.266.818
PUBLICACIONES	Publicación científica en revista indexada de carácter nacional o internacional	Divulgación de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales carbonosos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$3.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$3.000.000
SERVICIOS TÉCNICOS	Análisis de adsorción desorción de nitrógeno	Caracterización de la porosidad de los materiales carbonáceos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.500.000	100	\$0	0	\$0	0	\$1.500.000
SERVICIOS TÉCNICOS	Microscopía Electrónica de Barrido	Caracterización morfológica de los materiales carbonáceos obtenidos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.800.000	100	\$0	0	\$0	0	\$1.800.000
SERVICIOS TÉCNICOS	Análisis elemental	Caracterización de la composición química de los materiales carbonáceos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$700.000	100	\$0	0	\$0	0	\$700.000
VIAJES	Medellín	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales carbonosos en evento científico.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$855.000	100	\$0	0	\$0	0	\$855.000
VIAJES	Medellín	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales carbonosos en evento científico.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.623.330	100	\$0	0	\$0	0	\$1.623.330
VIAJES	Medellín	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales carbonosos en evento científico.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$855.000	100	\$0	0	\$0	0	\$855.000
VINCULACIÓN DE ESTUDIANTES	Manuela lara vasquez	Obtención de catalizadores porosos para la pirólisis de materiales plásticos y residuos textiles quirúrgicos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$5.266.818	100	\$0	0	\$0	0	\$5.266.818
TOTAL				\$39.366.966		\$0		\$32.400.000		\$71.766.966

Entidad: UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Rubro	Descripción	Justificación	Entidad Financiadora	Financiado	%	Efectivo	%	Especie	%	Valor Total
EQUIPOS	Sistema de reacción a alta presión	Evaluación de catalizadores	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$30.000.000	100	\$30.000.000
EQUIPOS	Cromatógrafo de gases GC-MS	Caracterizaión de productos de reaccion	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$15.000.000	100	\$15.000.000
EQUIPOS	Válvulas y controladores	Accesorios para sistema de reacción (controladores o válvulas)	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$10.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$10.000.000

EQUIPOS	Equipo menor de laboratorio (balanzas, hornos, rotoevaporador, centrífuga, etc.)	Preparación de catalizadores	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$10.000.000	100	\$10.000.000
EVENTOS ACADÉMICOS	Evento científico de carácter nacional o internacional relacionado con el área del proyecto de investigación	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$2.500.000	100	\$0	0	\$0	0	\$2.500.000
MATERIALES E INSUMOS	Consumibles de laboratorio	Consumibles para operaciones básicas de laboratorio	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$10.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$10.000.000
MATERIALES E INSUMOS	Gases UAP para análisis cromatográfico	Gases para análisis cromatográfico	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$10.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$10.000.000
MATERIALES E INSUMOS	Reactivos para preparación de catalizadores	Reactivos requeridos para la preparación de catalizadores	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$10.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$10.000.000
PERSONAL CIENTÍFICO	Jorge Andrés Moreno Lopera	Coordinación y asesoría de las actividades científicas relacionadas con la evaluación catalítica de los catalizadores metálicos heterógeneos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$46.215.242	100	\$46.215.242
PERSONAL DE APOYO	Auxiliar de investigación - UdeA	Apoyo en preparación, caracterización y evaluación de catalizadores	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$5.266.818	100	\$0	0	\$0	0	\$5.266.818
PERSONAL DE APOYO	Personal de Apoyo - UdeA	Apoyo en preparación, caracterización y evaluación de catalizadores	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$59.148.000	100	\$0	0	\$0	0	\$59.148.000
PUBLICACIONES	Publicación científica en revista indexada de carácter nacional o internacional	Divulgación de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$3.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$3.000.000
SERVICIOS TÉCNICOS	Análisis químico de precursores y catalizadores	Análisis químico de precursores y catalizadores	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$7.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$7.000.000
SERVICIOS TÉCNICOS	Análisis de productos de reacción	Análisis de productos de reacción	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$5.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$5.000.000
SERVICIOS TÉCNICOS	Caracterización de precursores y catalizadores	Caracterización de catalizadores por técnicas analíticas avanzadas	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$10.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$10.000.000
VIAJES	Brasil	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales en evento científico.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$5.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$5.000.000
VIAJES	Medellín	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales en evento científico.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$855.000	100	\$0	0	\$0	0	\$855.000
VIAJES	Medellín	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales en evento científico.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.623.330	100	\$0	0	\$0	0	\$1.623.330
VIAJES	Medellín	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales en evento científico	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$855.000	100	\$0	0	\$0	0	\$855.000
VINCULACIÓN DE ESTUDIANTES	Sebastian Amar Gil	Preparación, caracterización y evaluación de catalizadores	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$18.960.545	60	\$12.640.363	39	\$0	0	\$31.600.908
VINCULACIÓN DE ESTUDIANTES	David Garcia Contreras	Preparación, caracterización y evaluación de catalizadores	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$5.266.818	100	\$0	0	\$0	0	\$5.266.818
TOTAL				\$164.475.511		\$12.640.363		\$101.215.242		\$278.331.116

Entidad: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Rubro	Descripción	Justificación	Entidad Financiadora	Financiado	%	Efectivo	%	Especie	%	Valor Total
EQUIPOS	Mufla	Secado y calcinación de muestra sólidas en ensayos de valorización	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$1.127.000	100	\$1.127.000
EQUIPOS	Balanza analítica	Pesaje de muestras	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$746.000	100	\$746.000
EQUIPOS	Sistema de Lixiviación	Procesos hidrometalúrgicos para obtención de precursores metálicos a partir de baterías desechadas	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$675.000	100	\$675.000
EVENTOS ACADÉMICOS	Evento científico de carácter nacional o internacional relacionado con el área del proyecto de investigación.	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales precursores metálicos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$2.500.000	100	\$0	0	\$0	0	\$2.500.000
MATERIALES E INSUMOS	Electrodos de referencia	Seguimiento de variables fisicoquímicas o pH durante las etapas de síntesis u obtención de precursores metálicos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$3.890.000	100	\$0	0	\$0	0	\$3.890.000

MATERIALES E INSUMOS	Reactivos químicos sólidos	Incluye sales orgánicas e inorgánicas, óxidos, álcalis, ácidos orgánicos y otros reactivos necesarios para realizar análisis químicos, digestión de muestras y hacer seguimiento de procesos de síntesis o caracterización de materiales precursores y catalizadores	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.076.000	100	\$0	0	\$0	0	\$1.076.000
MATERIALES E INSUMOS	Patrones y otros materiales de referencia	Apoyar labores de análisis químico cuantitativo necesarias para el desarrollo de diversas etapas del proyecto	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$2.310.000	100	\$0	0	\$0	0	\$2.310.000
MATERIALES E INSUMOS	Material de vidrio de laboratorio	Ejecución de montajes y procedimientos de laboratorio varios, incluyendo ensayos de recuperación metalúrgica, análisis químicos, síntesis de materiales precursores y catalizadores, almacenamiento de reactivos preparados, etc	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.150.000	100	\$0	0	\$0	0	\$1.150.000
MATERIALES E INSUMOS	Material Plástico de laboratorio	Ejecución de montajes y procedimientos de laboratorio varios, incluyendo análisis químicos, trasvase de líquidos y toma de alícuotas, almacenamiento de reactivos preparados y productos sólidos, etc	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$920.000	100	\$0	0	\$0	0	\$920.000
MATERIALES E INSUMOS	Material Fungible de laboratorio	Ejecución de montajes y procedimientos de laboratorio varios, incluyendo: procedimientos de pesaje, filtrado, conservación y preparación de muestras para caracterización, etiquetado, rotulado, barras de metal y plástico para montajes, entre otros	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.350.000	100	\$0	0	\$0	0	\$1.350.000
MATERIALES E INSUMOS	Reactivos químicos líquidos orgánicos	Incluye solventes y otros reactivos orgánicos necesarios para para la síntesis de precursores metálicos o catalizadores y evaluar su desempeño	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$392.000	100	\$0	0	\$0	0	\$392.000
MATERIALES E INSUMOS	Reactivos químicos líquidos inorgánico	Incluye ácidos, bases y otros reactivos para la síntesis de precursores metálicos o catalizadores a partir de los residuos a estudiar	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$912.000	100	\$0	0	\$0	0	\$912.000
PERSONAL CIENTÍFICO	PEDRO DELVASTO Angarita	Coordinación de actividades experimentales relacionadas con la valorización metalúrgica de baterías desechadas para la recuperación de precursores metálicos. Dirección de dos (02) trabajos de grado (pregrado) en Ingeniería Metalúrgica en la temática del proyecto. Análisis de resultados de caracterización fisicoquímica de los precursores metálicos obtenidos para su posible aplicación como materiales catalíticos heterogéneos. Revisión de informes.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$21.960.000	100	\$21.960.000
PUBLICACIONES	Publicación científica en revista indexada de carácter nacional o internacional	Divulgación de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales precursores metálicos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$3.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$3.000.000
SERVICIOS TÉCNICOS	Análisis Químico por Fluorescencia de Rayos X	Determinación "bulk" de óxidos metálicos en materias primas y productos obtenidos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.050.000	100	\$0	0	\$0	0	\$1.050.000
SERVICIOS TÉCNICOS	Análisis de tamaños de partícula por difracción láser	Determinación tamaños de partícula en materiales precursores y en catalizadores obtenidos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.400.000	100	\$0	0	\$0	0	\$1.400.000
SERVICIOS TÉCNICOS	Difracción de rayos X	Identificación de fases cristalinas y de minerales en materias primas y productos (precursores metálicos y catalizadores sintetizados)	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$2.700.000	100	\$0	0	\$0	0	\$2.700.000
SERVICIOS TÉCNICOS	Microscopía Electrónica de Barrido	Caracterización morfológica y microquímica de las materias primas, productos intermedios, precursores metálicos y materiales catalizadores	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$2.850.000	100	\$0	0	\$0	0	\$2.850.000
VIAJES	Medellín	Asistencia a Eventos Científicos Para divulgación de resultados en evento científico.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$855.000	100	\$0	0	\$0	0	\$855.000
VIAJES	Medellín	Asistencia a Eventos Científicos Para divulgación de resultados en evento científico.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.623.330	100	\$0	0	\$0	0	\$1.623.330
VIAJES	Medellín	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales precursores metálicos en evento científico.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$855.000	100	\$0	0	\$0	0	\$855.000
VINCULACIÓN DE ESTUDIANTES	Silvia Juliana Bermejo Villamarín	Apoyo en obtención de materiales cerámicos precursores a partir de baterías alcalinas gastadas	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$5.266.818	100	\$0	0	\$0	0	\$5.266.818
VINCULACIÓN DE ESTUDIANTES	Diego Nicolás Sarques Suarez	Apoyo en la evaluación de procesos fisicoquímicos para la valorización metalúrgica de baterías alcalinas gastadas	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$5.266.818	100	\$0	0	\$0	0	\$5.266.818
TOTAL				\$39.366.966		\$0		\$24.508.000		\$63.874.966

Entidad: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Rubro	Descripción	Justificación	Entidad Financiadora	Financiado	%	Efectivo	%	Especie	%	Valor Total
BIBLIOGRAFÍA	Base de datos	Necesarios para la consulta de material bibliográfico e interpretación de resultados de difracción de rayos X	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$44.847.982	100	\$44.847.982
EQUIPOS	Uso de laboratorio infraestructura: servicios públicos, inmobiliario	Necesarios para el trabajo experimental en el proyecto	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$30.430.504	100	\$30.430.504

EQUIPOS	Agitador mecánico	Lixiviación de baterías, extracción de cobalto y obtención de hierro	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$7.500.000	100	\$0	0	\$0	0	\$7.500.000
EQUIPOS	Equipo multiparámetro, para medición de pH y potencial redox	Medición de pH en la obtención precursores metálicos como cobalto y hierro	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$4.500.000	100	\$4.500.000
EQUIPOS	Balanza analítica	Preparación de reactivos y muestras de baterías	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$1.650.000	100	\$1.650.000
EQUIPOS	Puesto de trabajo con inmobiliarios, enseres, equipo, servicios públicos y software ofimático	Necesarios para la realización del proyecto	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$51.351.476	100	\$51.351.476
EQUIPOS	Plancha con agitación magnética y temperatura	Lixiviación de baterías y extracción de cobalto y obtención de hierro	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$2.500.000	100	\$0	0	\$0	0	\$2.500.000
EQUIPOS	Espectrofotómetro UV Visible	Análisis cuantificación de productos de reacción	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$9.000.000	100	\$9.000.000
EQUIPOS	Equipo electroquímico	Obtención de metales purificados desde la fase líquida	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$6.000.000	100	\$6.000.000
EVENTOS ACADÉMICOS	Evento científico de carácter nacional o internacional relacionado con el área del proyecto de investigación	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales precursores metálicos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$3.500.000	100	\$0	0	\$0	0	\$3.500.000
MATERIALES E INSUMOS	Kit para determinación de Cobalto por UV Visible	Determinación de cobalto por UV Visible	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$2.300.000	100	\$0	0	\$0	0	\$2.300.000
MATERIALES E INSUMOS	Reactivo para realizar dextracción	Dextracción de Cobalto y hierro desde las soluciones líquidas para purificación	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$470.000	100	\$0	0	\$0	0	\$470.000
MATERIALES E INSUMOS	Diluyente para solvente Cianex 272	Extracción de Cobalto y hierro desde las soluciones líquidas para purificación	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$390.000	100	\$0	0	\$0	0	\$390.000
MATERIALES E INSUMOS	Material de vidrio del laboratorio	Beakers, erlenmeyers, vidrios de reloj, equipo de condensación, los cuales son necesarios para preparación de muestras y pesaje	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$5.000.000	100	\$5.000.000
MATERIALES E INSUMOS	Acido sulfúrico comercial	Lixiviación de Cobalto en baterías ión-litio	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$240.000	100	\$0	0	\$0	0	\$240.000
MATERIALES E INSUMOS	Kit para determinación de Hierro por UV Visible	Determinación de hierro por UV Visible	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.200.000	100	\$0	0	\$0	0	\$1.200.000
MATERIALES E INSUMOS	Solvente comercial Cianex 272	Extracción de Cobalto y hierro desde las soluciones líquidas para purificación	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$2.420.000	100	\$0	0	\$0	0	\$2.420.000
MATERIALES E INSUMOS	Celdas de cuarzo	Para lecturas en UV Visible	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$480.000	100	\$0	0	\$0	0	\$480.000
MATERIALES E INSUMOS	Sonda de pH especial para pH menores a 2	En el laboratorio actualmente se cuenta con sondas de pH para un rango de 0 a 14. Se necesita una sonda que mida pH entre 0 y 2	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$2.500.000	100	\$0	0	\$0	0	\$2.500.000
PERSONAL CIENTÍFICO	Luz Marina Ocampo Carmona	Coordinación de las actividades experimentales relacionadas con el aprovechamiento de residuos de los procesos de galvanizado en Caliente y baterías ión-litio	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$52.116.864	100	\$52.116.864
PUBLICACIONES	Publicación científica en revista indexada de carácter nacional o internacional	Divulgación de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales precursores metálicos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$3.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$3.000.000
SERVICIOS TÉCNICOS	Distribución de tamaño de partícula ro-tap	Caracterización inicial de las baterías ión-litio	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$320.000	100	\$0	0	\$0	0	\$320.000
SERVICIOS TÉCNICOS	Análisis químico por fluorescencia de rayos X	Caracterización inicial de las baterías ión-litio	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$2.800.000	100	\$0	0	\$0	0	\$2.800.000
SERVICIOS TÉCNICOS	Espectrometría de masas de Plasma	Caracterización de Cobalto y hierro en los productos finales	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$4.800.000	100	\$0	0	\$0	0	\$4.800.000

SERVICIOS TÉCNICOS	Espectroscopia de absorción atómica	Caracterización de Cobalto y hierro en la etapa de extracción y desextracción	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$5.170.000	100	\$0	0	\$0	0	\$5.170.000
SERVICIOS TÉCNICOS	UV VISIBLE	Caracterización licores de lixiviación y decapado de galvanizado	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$1.050.000	100	\$1.050.000
SERVICIOS TÉCNICOS	Microscopía electrónica de barrido	Caracterización inicial de las baterías ión-litio	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$3.115.000	100	\$0	0	\$0	0	\$3.115.000
SERVICIOS TÉCNICOS	Difracción de rayos X	Caracterización inicial de las baterías ión-litio	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$3.795.000	100	\$0	0	\$0	0	\$3.795.000
VIAJES	Medellín	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales en evento científico.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$990.000	100	\$0	0	\$0	0	\$990.000
VIAJES	Medellín	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales precursores metálicos en evento científico.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$990.000	100	\$0	0	\$0	0	\$990.000
VIAJES	Mexico	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales precursores metálicos en evento científico.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$990.000	100	\$0	0	\$0	0	\$990.000
VIAJES	Brasil	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales precursores metálicos en evento científico.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$2.030.000	100	\$0	0	\$0	0	\$2.030.000
VINCULACIÓN DE ESTUDIANTES	Veronica Correa Rodriguez	Asesoramiento y apoyo en las etapas de caracterización de residuos que se utilizarán para obtener los precursores de cobalto y hierro. Así como en las etapas necesarias de pre-tratamiento, de forma que puedan servir como precursores metálicos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$63.201.816	60	\$42.134.544	40	\$0	0	\$105.336.360
VINCULACIÓN DE ESTUDIANTES	Juan Diego Quintero Correa	Experimentación en la recuperación de cobalto a partir de baterías ión-litio	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$5.266.818	100	\$0	0	\$0	0	\$5.266.818
VINCULACIÓN DE ESTUDIANTES	Juan José Pardo Saray	Experimentación en la recuperación de hierro a partir de los lodos de galvanizado en caliente	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$18.960.545	60	\$12.640.363	39	\$0	0	\$31.600.908
TOTAL				\$138.929.179		\$54.774.907		\$205.946.826		\$399.650.912

Detalles Rubros

Cuadro: BIBLIOGRAFÍA

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Base de datos	Necesarios para la consulta de material bibliográfico e interpretación de resultados de difracción de rayos X		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$0	\$0	\$44.847.982	\$44.847.982
TOTAL				\$0	\$0	\$44.847.982	\$44.847.982

Cuadro: EQUIPOS

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Equipo electroquímico	Obtención de metales purificados desde la fase líquida		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$0	\$0	\$6.000.000	\$6.000.000
Puesto de trabajo con inmobiliarios, enseres, equipo, servicios públicos y software ofimático	Necesarios para la realización del proyecto		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$0	\$0	\$51.351.476	\$51.351.476
Balanza analítica	Preparación de reactivos y muestras de baterías		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$0	\$0	\$1.650.000	\$1.650.000
Plancha con agitación magnética y temperatura	Lixiviación de baterías y extracción de cobalto y obtención de hierro		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$2.500.000	\$0	\$0	\$2.500.000
Agitador mecánico	Lixiviación de baterías, extracción de cobalto y obtención de hierro		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$7.500.000	\$0	\$0	\$7.500.000
Equipo multiparámetro, para medición de pH y potencial redox	Medición de pH en la obtención precursores metálicos como cobalto y hierro		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$0	\$0	\$4.500.000	\$4.500.000
Espectrofotómetro UV Visible	Análisis cuantificación de productos de reacción		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$0	\$0	\$9.000.000	\$9.000.000

Uso de laboratorio infraestructura: servicios públicos, inmobiliario	Necesarios para el trabajo experimental en el proyecto		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$0	\$0	\$30.430.504	\$30.430.504
Balanza analítica	Pesaje de muestras		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$0	\$0	\$746.000	\$746.000
Mufla	Secado y calcinación de muestra sólidas en ensayos de valorización		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$0	\$0	\$1.127.000	\$1.127.000
Sistema de Lixiviación	Procesos hidrometalúrgicos para obtención de precursores metálicos a partir de baterías desechadas		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$0	\$0	\$675.000	\$675.000
Equipo menor de laboratorio (balanzas, hornos, rotoevaporador, centrífuga, etc.)	Preparación de catalizadores		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$0	\$0	\$10.000.000	\$10.000.000
Sistema de reacción a alta presión	Evaluación de catalizadores		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$0	\$0	\$30.000.000	\$30.000.000
Cromatógrafo de gases GC-MS	Caracterización de productos de reacción		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$0	\$0	\$15.000.000	\$15.000.000
Válvulas y controladores	Accesorios para sistema de reacción (controladores o válvulas)		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$10.000.000	\$0	\$0	\$10.000.000
Equipos de cómputo	Análisis de los resultados y escritura de papers		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$0	\$0	\$600.000	\$600.000
Centrífuga	Extracción y purificación de productos de reacción.		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$0	\$0	\$300.000	\$300.000
pH metro	Control del pH para la síntesis de materiales carbonáceos porosos		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$0	\$0	\$1.000.000	\$1.000.000
Horno convencional	Tratamiento y secado de las muestras para la obtención de los materiales carbonáceos a partir de residuos de plásticos y textiles		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$0	\$0	\$500.000	\$500.000
Mufla	Tratamiento de las muestras y pirólisis de residuos plásticos y textiles		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$0	\$0	\$1.000.000	\$1.000.000
Sistema de reacción de flujo másico	Obtención de materiales carbonáceos porosos a partir de los residuos y control de flujo		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$15.000.000	\$0	\$0	\$15.000.000
Plancha de calentamiento con agitación magnética	Tratamiento térmico y químico de los materiales		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$0	\$0	\$500.000	\$500.000
Espectrofotómetro UV-2600, Shimadzu	Análisis de reactivos y productos de reacción		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$0	\$0	\$1.000.000	\$1.000.000
Balanza analítica	Procedimiento de laboratorio como el pesaje para la obtención materiales carbonáceos		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$0	\$0	\$800.000	\$800.000
Sistema de reacción en continuo	Obtención de materiales carbonosos y de productos con diferentes aplicaciones.		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$13.000.000	\$0	\$0	\$13.000.000
Espectrofotómetro de absorción atómica, con llama aire-acetileno, Marca Agilent, 240 FS.	Cuantificación de precursores y materiales metálicos		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$42.840.000	\$42.840.000
HPLC Shimadzu Prominence CTO-20A, equipado con una bomba cuaternaria (LC-20ADXR), detector de arreglo de diodos, horno, desgasificador y automuestreador	Cuantificación de los reactivos y productos obtenidos en las reacciones.		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$66.724.138	\$66.724.138
Sistema de reactor Batch	Obtención de materiales carbonosos y de productos con diferentes aplicaciones.		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$12.920.586	\$12.920.586
Espectrofotómetro UV-2600, Shimadzu	Análisis de reactivos y productos de reacción		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$26.032.248	\$26.032.248
Espectrofotómetro IRAffinity-1s, Shimadzu	Caracterización superficial de los materiales		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$26.896.552	\$26.896.552
Bomba de vacío ROCKER, Modelo 400; Vacío máximo: 680 mm Hg; Flujo : 34 L/min.	Extracción y purificación de productos de reacción.		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$1.500.000	\$1.500.000

Tamizadora con una serie de Tamices ASTM	Obtención de materiales granulares con diferentes tamaños de partícula		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$821.250	\$821.250
CONTROLADOR FLUJO MASICO OMEGA, Principio: Hilo Caliente o dispersión térmica, Rango: 0 - 100 sccm Salida analógica, Precisión de 1.5% de la escala, Presión máxima de 500 psi. Temperatura max: 50°C, Alimentación 12 VDC, Cuerpo en bronce, Con display con adaptador de voltaje y potenciómetro de 10 vueltas para seleccionar el flujo deseado.	Obtención de materiales carbonosos y de productos con diferentes aplicaciones.		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$12.000.000	\$0	\$0	\$12.000.000
Baño de recirculación LAUDA, Modelo APLHA RA 8; Capacidad: 5 litros.	Condensación de productos de reacción.		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$4.380.000	\$4.380.000
pH-metro HANNA INSTRUMENTS, Modelo HI 2221. Electrodo de pH HI 1131P	Medición y control del pH durante la síntesis y caracterización de materiales carbonoso y metálicos.		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$1.980.000	\$1.980.000
Cromatógrafo de gases Shimadzu GC-2010, equipado con detectores FID y automuestreador.	Cuantificación de los reactivos y productos obtenidos en las reacciones.		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$34.484.994	\$34.484.994
Mufla Centricol	Tratamiento térmico de los materiales		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$1.937.072	\$1.937.072
Plancha de calentamiento con agitación magnética	Tratamiento químico de los materiales		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$3.931.612	\$3.931.612
Rotoevaporador HELDOPH, Modelo HEI-VAP Presicion HL.	Obtención de materiales carbonosos y extracción de productos con diferentes aplicaciones.		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$4.500.000	\$4.500.000
Centrifuga Centricol	Extracción y purificación de productos de reacción.		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$1.350.000	\$1.350.000
Equipos de cómputo y software	Elaboración de informes y producción científica		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$3.000.000	\$3.000.000
Horno convencional	Tratamiento térmico de materiales		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$4.800.000	\$4.800.000
Baño Ultra sonido	Tratamiento de sonificación de materiales		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$1.950.000	\$1.950.000
Baño María MEMMERT, Abertura/profundidad del baño: 329 x 300/150 mm; Capacidad: 2 - 12 L; Rango de temperatura de trabajo: 25 - 95 °C.	Tratamiento térmico y químico de los materiales carbonosos y metálicos		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$2.700.000	\$2.700.000
Sistema de reactor de flujo continuo	Obtención de materiales carbonosos y de productos con diferentes aplicaciones		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$6.460.293	\$6.460.293
Balanza analítica Ohaus	Pesaje de reactivos y materiales		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$2.272.920	\$2.272.920
Balanza de humedad	Determinación de humedad de los materiales		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$4.573.972	\$4.573.972
TOTAL				\$60.000.000	\$0	\$422.235.617	\$482.235.617

Cuadro: EVENTOS ACADÉMICOS

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Evento científico de carácter nacional o internacional relacionado con el área del proyecto de investigación	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales precursores metálicos.		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$3.500.000	\$0	\$0	\$3.500.000
Evento científico de carácter nacional o internacional relacionado con el área del proyecto de investigación.	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales precursores metálicos.		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$2.500.000	\$0	\$0	\$2.500.000
Evento científico de carácter nacional o internacional relacionado con el área del proyecto de investigación	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales.		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$2.500.000	\$0	\$0	\$2.500.000
Evento científico de carácter nacional o internacional relacionado con el área del proyecto de investigación.	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales carbonosos.		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$2.500.000	\$0	\$0	\$2.500.000
Evento científico de carácter nacional o internacional relacionado con el área del proyecto de investigación.	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales.		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$3.466.732	\$0	\$0	\$3.466.732
TOTAL				\$14.466.732	\$0	\$0	\$14.466.732

Cuadro: GASTOS DE OPERACIÓN

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Pago de insumos y de honorarios para la administración del proyecto	Administración y papelería relacionada con los trámites del proyecto		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$26.953.425	\$0	\$0	\$26.953.425
TOTAL				\$26.953.425	\$0	\$0	\$26.953.425

Cuadro: MATERIALES E INSUMOS

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Kit para determinación de Cobalto por UV Visible	Determinación de cobalto por UV Visible		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$2.300.000	\$0	\$0	\$2.300.000
Reactivo para realizar desextracción	Dextracción de Cobalto y hierro desde las soluciones líquidas para purificación		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$470.000	\$0	\$0	\$470.000
Diluyente para solvente Cianex 272	Extracción de Cobalto y hierro desde las soluciones líquidas para purificación		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$390.000	\$0	\$0	\$390.000
Solvente comercial Cianex 272	Extracción de Cobalto y hierro desde las soluciones líquidas para purificación		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$2.420.000	\$0	\$0	\$2.420.000
Material de vidrio del laboratorio	Beakers, erlenmeyers, vidrios de reloj, equipo de condensación, los cuales son necesarios para preparación de muestras y pesaje		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$0	\$0	\$5.000.000	\$5.000.000
Sonda de pH especial para pH menores a 2	En el laboratorio actualmente se cuenta con sondas de pH para un rango de 0 a 14. Se necesita una sonda que mida pH entre 0 y 2		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$2.500.000	\$0	\$0	\$2.500.000
Celdas de cuarzo	Para lecturas en UV Visible		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$480.000	\$0	\$0	\$480.000
Kit para determinación de Hierro por UV Visible	Determinación de hierro por UV Visible		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$1.200.000	\$0	\$0	\$1.200.000
Acido sulfúrico comercial	Lixiviación de Cobalto en baterías ión-litio		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$240.000	\$0	\$0	\$240.000
Patrones y otros materiales de referencia	Apoyar labores de análisis químico cuantitativo necesarias para el desarrollo de diversas etapas del proyecto		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$2.310.000	\$0	\$0	\$2.310.000
Reactivos químicos sólidos	Incluye sales orgánicas e inorgánicas, óxidos, álcalis, ácidos orgánicos y otros reactivos necesarios para realizar análisis químicos, digestión de muestras y hacer seguimiento de procesos de síntesis o caracterización de materiales precursores y catalizadores		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$1.076.000	\$0	\$0	\$1.076.000
Material de vidrio de laboratorio	Ejecución de montajes y procedimientos de laboratorio varios, incluyendo ensayos de recuperación metalúrgica, análisis químicos, síntesis de materiales precursores y catalizadores, almacenamiento de reactivos preparados, etc		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$1.150.000	\$0	\$0	\$1.150.000
Material Plástico de laboratorio	Ejecución de montajes y procedimientos de laboratorio varios, incluyendo análisis químicos, trasvase de líquidos y toma de alícuotas, almacenamiento de reactivos preparados y productos sólidos, etc		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$920.000	\$0	\$0	\$920.000
Material Fungible de laboratorio	Ejecución de montajes y procedimientos de laboratorio varios, incluyendo: procedimientos de pesaje, filtrado, conservación y preparación de muestras para caracterización, etiquetado, rotulado, barras de metal y plástico para montajes, entre otros		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$1.350.000	\$0	\$0	\$1.350.000
Reactivos químicos líquidos inorgánico	Incluye ácidos, bases y otros reactivos para la síntesis de precursores metálicos o catalizadores a partir de los residuos a estudiar		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$912.000	\$0	\$0	\$912.000
Reactivos químicos líquidos orgánicos	Incluye solventes y otros reactivos orgánicos necesarios para para la síntesis de precursores metálicos o catalizadores y evaluar su desempeño		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$392.000	\$0	\$0	\$392.000
Electrodos de referencia	Seguimiento de variables fisicoquímicas o pH durante las etapas de síntesis u obtención de precursores metálicos		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$3.890.000	\$0	\$0	\$3.890.000
Gases UAP para análisis cromatográfico	Gases para análisis cromatográfico		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$10.000.000	\$0	\$0	\$10.000.000
Reactivos para peparación de catalizadores	Reactivos requeridos para la preparación de catalizadores		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$10.000.000	\$0	\$0	\$10.000.000
Consumibles de laboratorio	Consumibles para operaciones básicas de laboratorio		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$10.000.000	\$0	\$0	\$10.000.000
Reactivos quimicos sólidos	Reactivos para la síntesis de materiales carbonáceos.		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$500.000	\$0	\$0	\$500.000
Material Plástico de laboratorio	Materiales para la ejecución de montajes y procedimientos de laboratorio.		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$0	\$0	\$500.000	\$500.000
Material de vidrio de laboratorio	Materiales para la ejecución de montajes y procedimientos de laboratorio, incluyendo obtención de materiales carbonáceos, almacenamiento de reactivos preparados, etc		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$0	\$0	\$1.000.000	\$1.000.000

Ractivos químicos líquidos	Reactivos para la síntesis de materiales carbonáceos.		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$500.000	\$0	\$0	\$500.000
Gases UAP para análisis cromatográfico	Cuantificación de reactivos y productos de las reacciones y evaluación catalítica de los catalizadores heterógenos metálicos		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$8.219.782	\$0	\$0	\$8.219.782
Disolventes y reactivos	Síntesis y caracterización de catalizadores heterógenos metálicos		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$9.719.782	\$0	\$0	\$9.719.782
Lamparas de Absorción Atómica Marca Agilent, Cát. Hueco codif, 1/pa	Cuantificación metálica presente en los catalizadores heterógenos metálicos		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$8.600.000	\$0	\$0	\$8.600.000
TOTAL				\$79.539.564	\$0	\$6.500.000	\$86.039.564

Cuadro: PERSONAL CIENTÍFICO

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Luz Marina Ocampo Carmona	Coordinación de las actividades experimentales relacionadas con el aprovechamiento de residuos de los procesos de galvanizado en Caliente y baterías ión-litio		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$0	\$0	\$52.116.864	\$52.116.864
PEDRO DELVASTO Angarita	Coordinación de actividades experimentales relacionadas con la valorización metalúrgica de baterías desechadas para la recuperación de precursores metálicos. Dirección de dos (02) trabajos de grado (pregrado) en Ingeniería Metalúrgica en la temática del proyecto. Análisis de resultados de caracterización fisicoquímica de los precursores metálicos obtenidos para su posible aplicación como materiales catalíticos heterógenos. Revisión de informes.		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$0	\$0	\$21.960.000	\$21.960.000
Jorge Andrés Moreno Lopera	Coordinación y asesoría de las actividades científicas relacionadas con la evaluación catalítica de los catalizadores metálicos heterógenos.		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$0	\$0	\$46.215.242	\$46.215.242
Leidy Astrid Hoyos Giraldo	Coordinación de las actividades experimentales relacionadas con la valorización de los residuos provenientes de plásticos y de la fabricación de material textil quirúrgico, a partir de pirólisis con catalizadores con el fin de obtener sustancias útiles y potencialmente comercializables. Evaluar la producción de materiales carbonosos y catalíticos a partir de residuos de plásticos y su uso potencial en diferentes aplicaciones.		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$0	\$0	\$25.200.000	\$25.200.000
Erasmus Arriola Villaseñor	Coordinación y asesoría de las actividades científicas relacionadas con la síntesis y caracterización fisicoquímica y espectroscópica e los catalizadores metálicos heterógenos		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$59.148.000	\$0	\$0	\$59.148.000
Alba Nelly Ardila Arias	Coordinación y asesoría de las actividades científicas relacionadas con la evaluación catalítica de los catalizadores metálicos heterógenos.		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$65.701.440	\$65.701.440
TOTAL				\$59.148.000	\$0	\$211.193.546	\$270.341.546

Cuadro: PERSONAL DE APOYO

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Auxiliar de investigación - UdeA	Apoyo en preparación, caracterización y evaluación de catalizadores		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$5.266.818	\$0	\$0	\$5.266.818
Personal de Apoyo - UdeA	Apoyo en preparación, caracterización y evaluación de catalizadores		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$59.148.000	\$0	\$0	\$59.148.000
Personal de apoyo TdeA	Síntesis y caracterización de materiales carbonáceos porosos obtenidos a partir de residuos plásticos y textiles.		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$5.266.818	\$0	\$0	\$5.266.818
TOTAL				\$69.681.636	\$0	\$0	\$69.681.636

Cuadro: PUBLICACIONES

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Publicación científica en revista indexada de carácter nacional o internacional	Divulgación de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales precursores metálicos		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$3.000.000	\$0	\$0	\$3.000.000
Publicación científica en revista indexada de carácter nacional o internacional	Divulgación de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales precursores metálicos.		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$3.000.000	\$0	\$0	\$3.000.000
Publicación científica en revista indexada de carácter nacional o internacional	Divulgación de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales.		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$3.000.000	\$0	\$0	\$3.000.000
Publicación científica en revista indexada de carácter nacional o internacional	Divulgación de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales carbonosos.		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$3.000.000	\$0	\$0	\$3.000.000
Publicación científica en revista indexada de carácter nacional o internacional	Divulgación de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales.		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$3.000.000	\$0	\$0	\$3.000.000
TOTAL				\$15.000.000	\$0	\$0	\$15.000.000

Cuadro: SALIDAS DE CAMPO

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Recolección de materia prima (residuos urbanos-industriales)	Obtención de material particulado en polvo de las llantas usadas para la obtención de la materia prima para la síntesis de carbones y catalizadores.		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$1.999.998	\$0	\$0	\$1.999.998

TOTAL				\$1.999.998	\$0	\$0	\$1.999.998
-------	--	--	--	-------------	-----	-----	-------------

Cuadro: SERVICIOS TÉCNICOS

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
UV VISIBLE	Caracterización licores de lixiviación y decapado de galvanizado		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$0	\$0	\$1.050.000	\$1.050.000
Difracción de rayos X	Caracterización inicial de las baterías ión-litio		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$3.795.000	\$0	\$0	\$3.795.000
Microscopía electrónica de barrido	Caracterización inicial de las baterías ión-litio		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$3.115.000	\$0	\$0	\$3.115.000
Análisis químico por fluorescencia de rayos X	Caracterización inicial de las baterías ión-litio		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$2.800.000	\$0	\$0	\$2.800.000
Distribución de tamaño de partícula ro-tap	Caracterización inicial de las baterías ión-litio		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$320.000	\$0	\$0	\$320.000
Espectrometría de masas de Plasma	Caracterización de Cobalto y hierro en los productos finales		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$4.800.000	\$0	\$0	\$4.800.000
Espectroscopía de absorción atómica	Caracterización de Cobalto y hierro en la etapa de extracción y desextracción atómica		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$5.170.000	\$0	\$0	\$5.170.000
Análisis Químico por Fluorescencia de Rayos X	Determinación "bulk" de óxidos metálicos en materias primas y productos obtenidos		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$1.050.000	\$0	\$0	\$1.050.000
Microscopía Electrónica de Barrido	Caracterización morfológica y microquímica de las materias primas, productos intermedios, precursores metálicos y materiales catalizadores		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$2.850.000	\$0	\$0	\$2.850.000
Análisis de tamaños de partícula por difracción láser	Determinación tamaños de partícula en materiales precursores y en catalizadores obtenidos.		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$1.400.000	\$0	\$0	\$1.400.000
Difracción de rayos X	Identificación de fases cristalinas y de minerales en materias primas y productos (precursores metálicos y catalizadores sintetizados)		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$2.700.000	\$0	\$0	\$2.700.000
Análisis químico de precursores y catalizadores	Análisis químico de precursores y catalizadores		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$7.000.000	\$0	\$0	\$7.000.000
Análisis de productos de reacción	Análisis de productos de reacción		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$5.000.000	\$0	\$0	\$5.000.000
Caracterización de precursores y catalizadores	Caracterización de catalizadores por técnicas analíticas avanzadas		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$10.000.000	\$0	\$0	\$10.000.000
Análisis de adsorción desorción de nitrógeno	Caracterización de la porosidad de los materiales carbonáceos.		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$1.500.000	\$0	\$0	\$1.500.000
Análisis elemental	Caracterización de la composición química de los materiales carbonáceos		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$700.000	\$0	\$0	\$700.000
Microscopía Electrónica de Barrido	Caracterización morfológica de los materiales carbonáceos obtenidos		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$1.800.000	\$0	\$0	\$1.800.000
Análisis elemental	Determinación de la composición química de los catalizadores bimetalicos obtenidos		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$1.242.600	\$0	\$0	\$1.242.600
Adsorción-Desorción de Nitrógeno	Determinación de las propiedades texturales de los catalizadores bimetalicos obtenidos		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$1.242.600	\$0	\$0	\$1.242.600
Difracción de rayos X	Identificación de las fases cristalinas de los catalizadores bimetalicos obtenidos		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$1.242.600	\$0	\$0	\$1.242.600
Análisis termogravimétrico	Determinación de la estabilidad térmica de los catalizadores bimetalicos obtenidos		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$1.242.600	\$0	\$0	\$1.242.600
Espectroscopia de abosrción atómica	Caracterización morfológica de los catalizadores bimetalicos obtenidos		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$0	\$0	\$2.000.000	\$2.000.000
Microscopía electrónica de barrido	Caracterización morfológica de los catalizadores bimetalicos obtenidos		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$1.242.600	\$0	\$0	\$1.242.600
TOTAL				\$60.213.000	\$0	\$3.050.000	\$63.263.000

Cuadro: VIAJES

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Brasil	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales precursores metálicos en evento científico.		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$2.030.000	\$0	\$0	\$2.030.000
Mexico	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales precursores metálicos en evento científico.		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$990.000	\$0	\$0	\$990.000
Medellín	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales precursores metálicos en evento científico.		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$990.000	\$0	\$0	\$990.000
Medellín	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales en evento científico.		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$990.000	\$0	\$0	\$990.000
Medellín	Asistencia a Eventos Científicos Para divulgación de resultados en evento científico.		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$1.623.330	\$0	\$0	\$1.623.330
Medellín	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales precursores metálicos en evento científico.		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$855.000	\$0	\$0	\$855.000
Medellín	Asistencia a Eventos Científicos Para divulgación de resultados en evento científico.		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$855.000	\$0	\$0	\$855.000

Brasil	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales en evento científico.		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$5.000.000	\$0	\$0	\$5.000.000
Medellin	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales en evento científico.		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$1.623.330	\$0	\$0	\$1.623.330
Medellin	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales en evento científico.		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$855.000	\$0	\$0	\$855.000
Medellin	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales en evento científico		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$855.000	\$0	\$0	\$855.000
Medellin	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales carbonosos en evento científico.		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$855.000	\$0	\$0	\$855.000
Medellin	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales carbonosos en evento científico.		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$1.623.330	\$0	\$0	\$1.623.330
Medellin	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en la producción de materiales carbonosos en evento científico.		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$855.000	\$0	\$0	\$855.000
Medellin	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales en evento científico. .		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$990.000	\$0	\$0	\$990.000
México	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales en evento científico.		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$990.000	\$0	\$0	\$990.000
Brasil	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales en evento científico.		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$2.030.010	\$0	\$0	\$2.030.010
Medellin	Socialización de los resultados de investigación obtenidos en el desarrollo de catalizadores metálicos y su evaluación en aplicaciones industriales en evento científico.		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$990.000	\$0	\$0	\$990.000
TOTAL				\$25.000.000	\$0	\$0	\$25.000.000

Cuadro: VINCULACIÓN DE ESTUDIANTES

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Veronica Correa Rodríguez	Asesoramiento y apoyo en las etapas de caracterización de residuos que se utilizarán para obtener los precursores de cobalto y hierro. Así como en las etapas necesarias de pre-tratamiento, de forma que puedan servir como precursores metálicos.		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$63.201.816	\$42.134.544	\$0	\$105.336.360
Juan Diego Quintero Correa	Experimentación en la recuperación de cobalto a partir de baterías ión-litio		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$5.266.818	\$0	\$0	\$5.266.818
Juan José Pardo Saray	Experimentación en la recuperación de hierro a partir de los lodos de galvanizado en caliente		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$18.960.545	\$12.640.363	\$0	\$31.600.908
Silvia Juliana Bermejo Villamarín	Apoyo en obtención de materiales cerámicos precursores a partir de baterías alcalinas gastadas		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$5.266.818	\$0	\$0	\$5.266.818
Diego Nicolás Sarques Suarez	Apoyo en la evaluación de procesos fisicoquímicos para la valorización metalúrgica de baterías alcalinas gastadas		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$5.266.818	\$0	\$0	\$5.266.818
Sebastian Amar Gil	Preparación, caracterización y evaluación de catalizadores		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$18.960.545	\$12.640.363	\$0	\$31.600.908
David Garcia Contreras	Preparación, caracterización y evaluación de catalizadores		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$5.266.818	\$0	\$0	\$5.266.818
Manuela lara vasquez	Obtención de catalizadores porosos para la pirólisis de materiales plásticos y residuos textiles quirúrgicos.		TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$5.266.818	\$0	\$0	\$5.266.818
Lisney Carina López Molina	Desarrollo de de las actividades científicas relacionadas con la síntesis y caracterización fisicoquímica y espectroscópica e los catalizadores metálicos heterógeneos.		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$5.266.818	\$0	\$0	\$5.266.818
Laura Garcia Gutierrez	Desarrollo de actividades científicas relacionadas con la evaluación catalítica de los catalizadores metálicos heterógeneos.		POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$5.266.818	\$0	\$0	\$5.266.818
TOTAL				\$137.990.632	\$67.415.270	\$0	\$205.405.902

Rubros por Año

Rubro	Año 1	Año 2	Año 3	Valor Total
EQUIPOS	\$289.341.369	\$144.670.685	\$48.223.563	\$482.235.617
PERSONAL CIENTÍFICO	\$108.136.618	\$81.102.464	\$81.102.464	\$270.341.546
SALIDAS DE CAMPO	\$1.199.999	\$599.999	\$200.000	\$1.999.998
SERVICIOS TECNICOS	\$37.957.800	\$18.978.900	\$6.326.300	\$63.263.000
VINCULACIÓN DE ESTUDIANTES	\$82.162.360	\$61.621.771	\$61.621.771	\$205.405.902

GASTOS DE OPERACIÓN	\$16.172.055	\$8.086.028	\$2.695.342	\$26.953.425
VIAJES	\$0	\$17.500.000	\$7.500.000	\$25.000.000
EVENTOS ACADÉMICOS	\$0	\$4.340.020	\$10.126.712	\$14.466.732
MATERIALES E INSUMOS	\$51.623.738	\$25.811.869	\$8.603.957	\$86.039.564
PERSONAL DE APOYO	\$34.840.818	\$20.904.491	\$13.936.327	\$69.681.636
BIBLIOGRAFÍA	\$26.908.789	\$13.454.395	\$4.484.798	\$44.847.982
PUBLICACIONES	\$0	\$4.500.000	\$10.500.000	\$15.000.000
TOTAL	\$648.343.546	\$401.570.622	\$255.321.234	\$1.305.235.402

Global Total

Entidad	Financiado	%	Especie	%	Efectivo	%	Valor Total
TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$39.366.966	54,85	\$32.400.000	45,15	\$0	0	\$71.766.966
POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$167.854.365	34,14	\$323.757.077	65,86	\$0	0	\$491.611.442
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$39.366.966	61,63	\$24.508.000	38,37	\$0	0	\$63.874.966
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$164.475.511	59,09	\$101.215.242	36,37	\$12.640.363	4,54	\$278.331.116
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$138.929.179	34,76	\$205.946.826	51,53	\$54.774.907	13,71	\$399.650.912
TOTAL	\$549.992.987		\$687.827.145		\$67.415.270		\$1.305.235.402

Contrapartida

Entidad	Especie	%	Efectivo	%	Valor Total
TECNOLOGICO DE ANTIOQUIA INSTITUCION UNIVERSITARIA	\$32.400.000	100	\$0	0	\$32.400.000
POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID	\$323.757.077	100	\$0	0	\$323.757.077
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$24.508.000	100	\$0	0	\$24.508.000
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	\$101.215.242	88,9	\$12.640.363	11,1	\$113.855.605
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$205.946.826	78,99	\$54.774.907	21,01	\$260.721.733
TOTAL	\$687.827.145		\$67.415.270		\$755.242.415

Ciudad:_____

Día:_____

Mes:_____

Año:_____

Firma representante legal.