

Revista

epm[®]

Publicación especializada en la gestión de servicios públicos

No. 22 | Julio - Diciembre 2023



**Proyecto Hidroeléctrico
Ituango:** Plan de Manejo
Ambiental, Gestión Social

Informes especializados:
Caso Informe IRO, Vigilancia
estratégica de la Biblioteca EPM

**El serpenteante río Cauca, sus comunidades
ribereñas y sus imponentes paisajes rodeados
de fauna y flora única:** Inspiración para el
Concurso de Fotografía de Hidroituango



energía | gas natural | aguas

Revista EPM No.22
Julio - Diciembre 2023
ISSN: 2145-1524

Grupo Directivo EPM:

Jorge Andrés Carrillo Cardoso

Gerente General

María Cristina Toro Restrepo

Secretaria General

Daniel Arango Ángel

Vicepresidente Ejecutivo Gestión de Negocios

Daño Amar Flórez

Vicepresidente Ejecutivo Nuevos Negocios, Innovación y Tecnología

Wilder Wiler Echavarría Arango

Vicepresidente Ejecutivo Proyectos e Ingeniería

Martha Lucía Durán Ortiz

Vicepresidente Ejecutivo Finanzas Corporativas e Inversiones

Carlos Israel Orduz Aguilar

Vicepresidente Generación Energía

Andrés Moreno Múnera

Vicepresidente Transmisión y Distribución Energía

Diego Humberto Montoya Mesa

Vicepresidente Gas

Santiago Ochoa Posada

Vicepresidente Agua y Saneamiento

William Giraldo Jiménez

Vicepresidente Proyectos Generación Energía

Juan Felipe Valencia Gaviria

Vicepresidente Comercial

Alejandro Jaramillo Arango

Vicepresidente Crecimiento Negocios

Ana Milena Joya Camacho

Vicepresidente Sostenibilidad y Estrategia

Juliana Carolina Zapata Molina

Vicepresidente Experiencia del Empleado y Soluciones Organizacionales

Carlos Enrique Londoño Amariles

Vicepresidente Suministros y Servicios Compartidos

Jhonatan Villada Palacio

Vicepresidente Asuntos Legales

Mabel R. López Segura

Vicepresidente Comunicación y Relaciones Corporativas

Andrés Felipe Uribe Mesa

Vicepresidente Riesgos

Gustavo Alejandro Gallego Hernández

Vicepresidente Auditoría Corporativa

Edición y coordinación de la Revista EPM:

Margarita María López Segura

Unidad de Talento Humano

Evelyn Correa Zabala

Profesional Desarrollo Humano

Luz Beatriz Rodas Guerrero

Profesional Desarrollo Humano

José Ignacio Murillo Arango

Gerencia Comunicación Corporativa

Paola Andrea Valencia Valencia

Gerencia Identidad Corporativa

Equipo editorial Biblioteca EPM

Amparo Elisa Peña Peña

Dahianna Elisey Vanegas Moreno

Leidy Marian Martínez Toro

Alejandro Ruiz Bonilla

Stevens Aguirre Pérez

Catalina Cardona Otálvaro

Diana Marcela Ramírez Betancur

Ana Lorena González García

Alejandra Acevedo Sánchez

Periodicidad: semestral

Solicitud de Canje a:

Biblioteca EPM

Carrera 54 No.44-48 Plaza de Cisneros

Teléfono: 3807500

bibliotecaepm@epm.com.co

Medellín – Colombia

Empresas Públicas de Medellín E.S.P.

Carrera 58 No. 42 – 125 Apartado 940

E-mail: epm@epm.com.co

Tel: 3808080

Medellín – Colombia

www.epm.com.co

Presentación

Para EPM es esencial continuar recorriendo el camino de construcción de confianza con sus Grupos de Interés y uno de los mecanismos para lograrlo es a través de la comunicación permanente, clara y transparente. La Revista EPM cumple su propósito orientado a compartir el conocimiento que se genera al interior de la organización producto de la implementación de los procesos y proyectos relacionados con el vasto campo de la prestación de los servicios públicos domiciliarios.

Para abrir esta edición se presenta el artículo *Inclusión del Proyecto Hidroeléctrico Ituango en el Ordenamiento Territorial. Oportunidades para el Desarrollo Sostenible* en donde el autor presenta los elementos que se tuvieron en cuenta para la formulación del Plan de Ordenamiento del Embalse a partir de la identificación de usos potenciales, restricciones en el uso y ocupación del territorio, la armonización con los instrumentos de ordenamiento territorial y gestión del riesgo, y la efectiva implementación de las medidas en el territorio.

En el artículo *Proyecto Hidroeléctrico Ituango. Plan de Manejo Ambiental – Gestión Social* la autora presenta un recorrido por la historia de este proyecto y da cuenta de los antecedentes y el riguroso debido proceso adelantado por EPM para acometer su construcción identificando los impactos y su medida de manejo en el marco del Estudio de Impacto Ambiental y el Plan de Manejo Ambiental, y con ello, contar con la Licencia Ambiental para proceder a la prevención, mitigación y manejo de los impactos generados por su construcción.

Con el poder que tiene la imagen se quiso compartir con los lectores de esta edición el artículo *El serpenteante río Cauca, sus comunidades ribereñas y sus imponentes paisajes rodeados de fauna y flora única: inspiración para el Concurso de Fotografía de Hidroituango*, a través del cual, se buscó mirar y reconocer la Central Hidroituango y los municipios de influencia como un lugar de todos y para todos. Muchas de las imágenes que ambientan la presente edición nacen de las fotografías que llegaron de los distintos rincones de Antioquia en el marco de este concurso.

Dentro de la computación cuántica, los algoritmos cuánticos han sido desarrollados para abordar problemas específicos de manera más eficiente que sus contrapartes clásicas y es en el artículo: *La computación cuántica: introducción, teoría y aplicaciones* que sus autores describen cómo las aplicaciones de la computación cuántica son diversas y prometedoras, desde la simulación de sistemas cuánticos complejos, hasta la optimización de problemas logísticos; la computación cuántica tiene el potencial de transformar industrias enteras una de ellas, los servicios públicos.

En el artículo *Informes especializados: Caso Informe IRO, Vigilancia estratégica de la Biblioteca EPM* sus autores comparten la experiencia e impacto que se tienen con los Informes IRO - Implicaciones, Riesgos y Oportunidades -, elaborados por el equipo de Vigilancia Estratégica de la Biblioteca EPM. Sus autores describen como estos informes están orientados a recoger información pertinente y va-

liosa de un tema clave en tendencia y consolidarla de manera organizada, clara y enfocada con el objetivo de convertirse en un recurso que apoye tanto la toma de decisiones en el Grupo EPM como el desarrollo de la ciudad, con conocimientos actuales y significativos que aporten a mejorar procesos, crear nuevas soluciones e innovar.

A partir del aprendizaje obtenido de la evolución de un fenómeno de inestabilidad del terreno y sus posibles impactos y consecuencias en uno de los municipios de Medellín se motiva la escritura del artículo *Primus Line: solución para garantizar suministro de agua potable para el municipio de Girardota, Antioquia*. Artículo en donde sus autores describen el sistema Primus Line y como esta tecnología brinda una solución flexible para la rehabilitación sin zanja de tuberías de alta presión para diferentes medios como agua, petróleo y gas.

Desde una perspectiva ambiental, en el artículo *Vehículos dedicados a gas natural: recorriendo el camino hacia las cero emisiones en el transporte de carga y pasajeros*, el autor describe la problemática actual de calidad del aire, el calentamiento global y la estrategia que tiene el Grupo EPM en cuanto a movilidad para aportar soluciones. Se amplía la información acerca de los vehículos dedicados a gas natural, su participación en el mundo y en el Valle de Aburrá, su tecnología, los beneficios que aportan en el marco de la transición energética para reducir emisiones y, por último, el futuro y los retos que presenta esta tecnología.

Se cierra esta edición con el artículo *Derivex: mercado de derivados estandarizados de commodities energéticos* en donde los autores describen como el mecanismo Derivex permite diversificar la canasta energética y fomentar la competencia en el mercado de comercialización de energía, con el fin de trasladar precios eficientes y competitivos al usuario final en su factura de energía eléctrica.

Al igual que con las anteriores ediciones de la Revista EPM, esperamos que las experiencias y aprendizajes aquí compartidos sean de utilidad en su gestión institucional y organizacional.

Comité Editorial Revista EPM



Proyecto Hidroeléctrico Ituango: Plan de Manejo Ambiental, Gestión Social

Ituango Hydroelectric Project: Environmental Management Plan, Social Management

PAG 7



Inclusión del Proyecto Hidroeléctrico Ituango en el Ordenamiento Territorial. Oportunidades para el Desarrollo Sostenible

Inclusion of the Ituango Hydroelectric Project in the territorial ordering. Opportunities for sustainable development

PAG 32



La computación cuántica: introducción, teoría y aplicaciones

Quantum computing: introduction, theory and applications

PAG 44



Derivex: Mercado de Derivados Estandarizados de Commodities Energéticos

Standardized derivatives market for energy commodities

PAG 54



Vehículos dedicados a gas natural: recorriendo el camino hacia las cero emisiones en el transporte de carga y pasajeros

Dedicated natural gas vehicles: traveling the road to the zero emissions in the freight and passenger transportation

PAG 68



Informes especializados: Caso Informe IRO, Vigilancia estratégica de la Biblioteca EPM

Specialized reports: IRO Report Case, Strategic Surveillance process of the EPM Library

PAG 81



Primus Line: solución para garantizar suministro de agua potable para el municipio de Girardota, Antioquia.

Primus Line: solution to guarantee potable water supply for the municipality of Girardota, Antioquia

PAG 98



El serpenteante río Cauca, sus comunidades ribereñas y sus imponentes paisajes rodeados de fauna y flora única:

Inspiración para el Concurso de Fotografía de Hidroituango

PAG 113



Foto: Edison Buriticó
"Los agricultores de La Calera"

Proyecto Hidroeléctrico Ituango: Plan de Manejo Ambiental, Gestión Social

Ituango Hydroelectric Project: Environmental Management Plan, Social Management



**Mary Luz
Quiroz Zapata¹**

mary.quiroz@epm.com.co

“Esta es, sin ninguna duda, una gran oportunidad para contarle a todos los Grupos de Interés el desarrollo del Proyecto Hidroeléctrico Ituango, precisando, que, contaremos esta historia así...”

(La Autora)

“Este artículo se convierte en un homenaje a esta gran mujer: madre, compañera entrañable y amiga, socióloga incansable, consciente hasta el “tuétano” de lo que significa hacer gestión de lo público, valiente, arriesgada y comprometida, quien, por casi 20 años lideró y entregó lo mejor de sí para hacer realidad muchos de los proyectos de generación de energía de EPM, entre ellos, el Proyecto Hidroeléctrico de Ituango”

(Equipo Editorial)

Resumen

En el presente artículo la autora, en su lenguaje particular que denota cercanía y compromiso, presenta el camino recorrido por EPM para hacer realidad, desde lo social y ambiental, el Proyecto Hidroeléctrico Ituango (PHI); uno de los proyectos de generación de energía hidroeléctrica de mayor relevancia para Colombia.

Describe de manera amplia los primeros estudios e informes técnicos que dan cuenta de la prefactibilidad y factibilidad desde lo social y ambiental del PHI, historia que data desde los años 70's y a partir de los cuales se toman las decisiones que darán vía a los inicios de su construcción, no sin antes hacer toda la gestión necesaria para involucrar a las comunidades de influencia del proyecto.

Este artículo presenta un recorrido por la historia de este proyecto y da cuenta de los antecedentes y el riguroso debido proceso adelantado por EPM para acometer su construcción identificando los impactos y su medida de manejo en el marco del Estudio de Impacto Ambiental y el Plan de Manejo Ambiental, y con ello, contar con la Licencia Ambiental para proceder a la prevención, mitigación y manejo de los impactos generados por su construcción. En esta vía se elabora e implementa el Plan de Ges-

tión Social con el firme propósito superior de viabilizar la construcción del Proyecto abriendo camino en este territorio con la claridad meridiana de que EPM no delega la gestión social, que es la primera que ingresa a las comunidades y la última que sale de estas.

Se describen las acciones emprendidas para la implementación del Plan de Gestión Social en 12 municipios del Norte y del Occidente del Departamento de Antioquia y 63 veredas del área de influencia, para lo que fue necesario proceder con la contratación de un consultor que para el PHI fue la Fundación SOCYA; un aliado comprometido y con experiencia en procesos sociales, precisando que el liderazgo integral fue de EPM con su equipo de gestión social en territorio para la toma de decisiones profundas en las que siempre primó el equilibrio entre la vulnerabilidad de las comunidades y lo público.

Finalmente, y a modo de conclusiones, la autora cierra este artículo con la descripción de lo que considera fueron las máximas derivadas de los aprendizajes obtenidos durante este arduo camino que llevó al inicio de la construcción de este megaproyecto.

Palabras clave:

Proyecto Hidroeléctrico Ituango, Central Hidroeléctrica Pescadero Ituango, Plan de manejo ambiental, Plan de gestión social, Impacto ambiental, Consulta previa, Contingencia Proyecto Hidroeléctrico Ituango Licencia ambiental, Comunidad indígena Nutabe de Oroabajo (Antioquia), Ituango (Antioquia)

Keywords:

Keywords: Ituango Hydroelectric Project, Pescadero Ituango Hydroelectric power plant, Environmental management plan, Social management plan, Environmental impact, Prior consultation, Ituango Hydroelectric Project contingency, Environmental license, Nutabe de Oroabajo indigenous Community (Antioquia), Ituango (Antioquia)

Introducción

Contaremos esta historia desde la fase de los estudios y diseños definitivos del Proyecto Hidroeléctrico Ituango (PHI), atravesando por la construcción, hasta el momento en el cual implementamos la ruta metodológica y llegamos a los acuerdos totales de la Consulta Previa con la Comunidad Indígena Nutabe de Orobajo en plena contingencia del Proyecto. Nuestra ruta de trabajo siempre estuvo orientada por el Plan de Manejo Ambiental, componente social; la Licencia Ambiental, censo de población. Nuestros pilares fundamentales, para nosotros inamovibles, en el entendido de que Empresas Públicas de Medellín (EPM) es una empresa pública que hace parte del Estado, no es el Estado.

Entre los años 2006 y 2010 se dieron los procesos de interventoría de los diseños del PHI y en el año 2011 EPM recibió de la Sociedad Hidroeléctrica Ituango el proyecto para su construcción como socio – constructor. Con la firma del BOOMT², EPM acomete la continuidad en la construcción del proyecto y empieza a abrir camino para lograr el propósito superior: la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Ituango.

Entre los años 2011 y el 2018 se implementó el Plan de Gestión Social y, para esta fecha, ya el proyecto se encontraba en el 84% de su construcción. El 28 de abril de 2018 se presentó el desafortunado evento de la contingencia en el Proyecto.

En marzo de 2017, por medio de la Resolución 071, el Ministerio del Interior inscribe en el registro de comunidades indígenas a 57 familias, que equivalen a 176 personas correspondientes a la vereda de Orobajo del municipio de Sabanalarga y otras veredas, con quienes ya habíamos realizado el manejo del impacto por traslado involuntario de población.

Estas familias ya habían sido restituidas de acuerdo con la caracterización, las actualizaciones y el Manual de Valores Unitarios del PHI (EPM, 2019). Las familias ya se encontraban en las veredas y municipios donde habían sido trasladados y la Resolución así los inscribe; es decir, como familias y sus impactos individuales, no los colectivos, ya que estos no estaban resueltos por la autoridad competente. Con dicha resolución, EPM realiza todas las consultas en el Ministerio del Interior y es cuando en marzo de 2018 esta entidad, por medio de la Certificación 08, le informa a EPM la realización de la Consulta Previa con la Comunidad Indígena Nutabe de Orobajo.

La Consulta Previa es un “diálogo intercultural que busca garantizar la participación real, oportuna y efectiva de los grupos étnicos en la toma de decisiones de proyectos, obras o actividades que los afecten con el fin de proteger su integridad étnica y cultural” (Ministerio del Interior, 2013, p.13). Se realiza bajo los principios de buena fe, participación, representatividad, interculturalidad, oportunidad, transparencia y legitimidad entre la comunidad étnica y el ejecutor del proyecto. Es un espacio coordinado por la Dirección de Consulta Previa del Ministerio del Interior; participan las instituciones garantes, entes de control y autoridades locales y departamentales. El principal fundamento del derecho a la Consulta Previa es el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo, OIT: principales derechos de los pueblos indígenas o tribales (OIT, 2014), en Colombia para comunidades negras, afrocolombianas, raizales, palenqueras y rom.

Antecedentes

El Proyecto Hidroeléctrico Ituango cuenta con una historia absolutamente importante que data de la época de los años 70. A continuación, se relacionan los estudios que se registran, la firma que los realizó y el año:

- Evaluación del potencial hidroeléctrico del Cauca Medio. ISA – INTEGRAL, 1974
- Proyecto Hidroeléctrico de Ituango: Estudio de factibilidad. ISA – INTEGRAL, 1982
- Actualización del estudio de factibilidad, Hidroeléctrica Pescadero Ituango. INTEGRAL & AGRA MONENNCO, 1999
- Estudio de restricciones ambientales, Hidroeléctrica Pescadero Ituango. INTEGRAL, 2004
- Complementación de la factibilidad: Estudio de Impacto Ambiental. INTEGRAL, 2007
- Aprobación del Estudio de Impacto Ambiental, por parte del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT. 2008
- Declaratoria de Utilidad Pública e Interés Social: 24.000 hectáreas y se aprueba con la Resolución 317 del 22 de agosto de 2008 del Ministerio de Minas y Energía
- Licencia Ambiental: Resolución 0155 del 30 de enero de 2009 del MAVDT
- Ajuste y actualización de la información Socioeconómica y Predial. INTEGRAL. 2008 - 2009
- Diseños detallados: Actualización Estudio de Impacto Ambiental y el Plan de Manejo Ambiental, INTEGRAL. 2009 – 2010

Posteriormente se definió la construcción de la Vía Puerto Valdivia – Presa. Esta vía representa para el territorio y el proyecto la conectividad de los municipios de Valdivia, Ituango y Briceño, los 3 de alta complejidad social y para el proyecto una vía alterna.

De otro lado, y en el marco del debido proceso que realiza EPM y cumpliendo con las disposiciones del Ministerio de Interior y de Justicia y el Instituto Co-

lombiano de Desarrollo Rural (INCODER) sobre la presencia de comunidades indígenas y negras o de territorio legalmente constituido o en proceso de titulación a comunidades indígenas y/o negras y, por ende en materia de Consulta Previa en el área de influencia del Proyecto, EPM realizó las respectivas solicitudes a las entidades competentes del orden departamental y nacional sobre las certificaciones relacionadas con la presencia o no de comunidades étnicas (hoy solicitud de procedencia de consulta previa) en la zona donde se emplaza el Proyecto.

Es así como en los años 2001, 2006, 2008, 2010 y 2011 se solicitó a la Gerencia Indígena de Antioquia, Gerencia de Negritudes de Antioquia, al INCODER, Ministerio del Interior, entre otras, la presencia de comunidades étnicas, en cuya respuesta dichas autoridades respondieron de manera oficial sobre la no presencia de comunidades étnicas.

En febrero de 2011 la Veeduría Ciudadana del Municipio de Sabanalarga, Antioquia, solicitó ante la Dirección de Etnias del Ministerio del Interior y de Justicia, consulta y concertación con las comunidades del cañón del Cauca Medio en calidad del Pueblo Indígena Nutabe. Con esta información EPM consulta nuevamente ante la autoridad, la cual, en su respuesta informa sobre la no existencia de comunidades étnicas de acuerdo con sus registros.

El 7 de diciembre de 2014 la Comunidad de Orobaño, del Municipio de Sabanalarga, quien fuera Junta de Acción Comunal durante todo este recorrido, se posesiona como Cabildo Indígena Nutabe ante la Alcaldía del Municipio de Sabanalarga. Este acto implica la toma de decisiones de la Dirección de Asuntos Indígenas del Ministerio del Interior y de EPM para definir los pasos a seguir en este sentido y de cuyo desarrollo daremos cuenta durante el presente escrito.

Desarrollo de la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Ituango: Plan de Manejo Ambiental, componente Social

La figura 1 contiene los programas, proyectos y actividades que componen el Plan de Gestión Social y que atiende los impactos identificados; así mismo, bien vale la pena destacar que es la primera vez que en EPM se logra incorporar proyectos de participación en el desarrollo productivo, educativo y con perspectiva de género.

El Plan de Gestión Social que se implementa de la mano con las comunidades, las instituciones, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y con los grupos de interés internos y externos, en un territorio en el que EPM era conocido porque desconectaba el servicio de energía a los tres meses de no haber pagado las facturas, en un territorio cuando aún no había proceso de paz con las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC); con poca o muy baja presencia del Estado, con cultivos de uso ilícito, con minería artesanal y minería emergente, con bajos índices de calidad de vida; es decir, con tantas variables que, conjugadas en sí mismas, se convertían en un reto de construir el proyecto hidroeléctrico más grande para Colombia, a cargo de EPM: el 17% de la energía firme, con 2.400 megavatios en 8 turbinas embalsando el grandioso río Cauca.

EPM define realizar el empréstito con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para lo cual fue necesario, por medio de un Acta, revisar y ajustar

el Plan de Gestión Social, muy especialmente en el manejo al impacto por traslado involuntario de población; vale la pena precisar que es éste el impacto con mayor relevancia en la construcción de estos megaproyectos. En este sentido, fue necesario dar cumplimiento estricto a la Política Operacional, OP-710 de julio de 1998, que enfatiza en minimizar o disminuir la necesidad del traslado físico y, cuando sea inevitable, asegurar que las personas afectadas sean indemnizadas y rehabilitadas de manera equitativa y adecuada (BID, 1998, p.1).

En este orden de ideas, el reto para el traslado de la población, familias y personas impactadas por el proyecto, debían lograr unos estándares mínimos de calidad de vida y acceso a tierra, recursos naturales y servicios tales como agua potable, saneamiento, infraestructura comunitaria, titulación de tierras que sean, como mínimo, equivalentes a lo que tenían anteriormente. Recobrarían todas las pérdidas causadas por dificultades transitorias; así mismo que sintieran un mínimo desmantelamiento de sus redes sociales, oportunidades de trabajo o producción, el acceso a recursos naturales, servicios públicos y en general de oportunidades para el desarrollo social y económico.



Figura 1. Actualización Estudio de Impacto Ambiental – Plan de Manejo Ambiental. Consorcio Generación Ituango. [1999].

Desarrollo e implementación del Plan de Gestión Social

Aquí es necesario contarles que la gestión social fue parte fundamental del Proyecto y que, en este sentido, hizo parte del desarrollo de este. Para tal fin los mecanismos internos fueron sagrados: Comité de Obra con el vicepresidente del Proyecto y demás actores de los componentes civil, ambiental y social; este Comité permitía revisar el cronograma, los avances, cómo íbamos, que debíamos ajustar y cómo lo hacíamos. Es decir, la articulación de los componentes fue la clave para cumplir con el Proyecto en el planear, ejecutar, evaluar y ajustar. Un Comité de Obra con la interventoría y un Comi-

té con los contratistas, allí también tuvimos asiento de manera sistemática todos los actores del proyecto para evaluar y hacer el seguimiento a todos los compromisos contemplados en la Licencia Ambiental del Proyecto.

A continuación, se describen de manera general cada uno de los Programas que hacen parte del componente social del Plan de Manejo Ambiental.

1. Programa de comunicación y participación comunitaria

Este Programa respondió a las expectativas de la población, por la llegada del Proyecto, al derecho fundamental a la información y a la participación ciudadana. Un programa que, en el marco de los proyectos de comunicación y participación, se desarrolló de manera permanente y sistemática desde la fase de los estudios, los diseños definitivos y la construcción en sí misma.

El proyecto contó siempre con la participación de la Gerencia de Comunicaciones de EPM, los medios locales y regionales para informar de manera oportuna y transparente todos y cada uno de los pasos que íbamos dando en el proyecto durante su construcción.

Los mecanismos de participación constituyen, en esencia, una estrategia de relacionamiento y gestión con los grupos de interés del PHI para la

construcción de relaciones de confianza y mutuo entendimiento que permitieron optimizar las oportunidades de desarrollo regional que trae consigo el Proyecto, para ello, se formó en competencias comunicacionales y de participación ciudadana.

En el frente de participación fue fundamental la creación y consolidación de mesas intersectoriales, comité de empleo, fortalecimiento a las veedurías ciudadanas, comités para el manejo de los impactos generados por la presión migratoria, recuperación de la memoria cultural, entre otros mecanismos que permitieron dar paso a las obras del Proyecto.



Imagen 1. Reunión de información con comunidades y Consejo Municipal del municipio de Ituango. 2011.

En el marco de este Programa fue fundamental la relación con sentido, permanente y sistemática con las autoridades locales y regionales. Para ello, mantuvimos espacios en territorio y muchas veces en la empresa; buscábamos alternativas, salidas a dificultades que sin ninguna duda se presentaron,

definíamos la participación en el desarrollo de los proyectos contenidos en el Plan de Gestión Social; es decir, la ruta y el norte siempre fue el Plan de Manejo Ambiental. La pedagogía con todos los grupos de interés fue siempre nuestra bandera.



Imagen 2. Reunión en EPM con los alcaldes y alcaldesas de la zona del proyecto. 2013.

Llegar a todas las veredas, corregimientos y sitios poblados a conversar, a construir, a entender la realidad de los otros, a compartir, a tejer relaciones de confianza con la presencia de la Empresa, fue

sin duda un factor de éxito. En cada uno de los municipios mantuvimos las oficinas de atención a la comunidad y con ellas la estrategia itinerante para la atención a los ciudadanos.

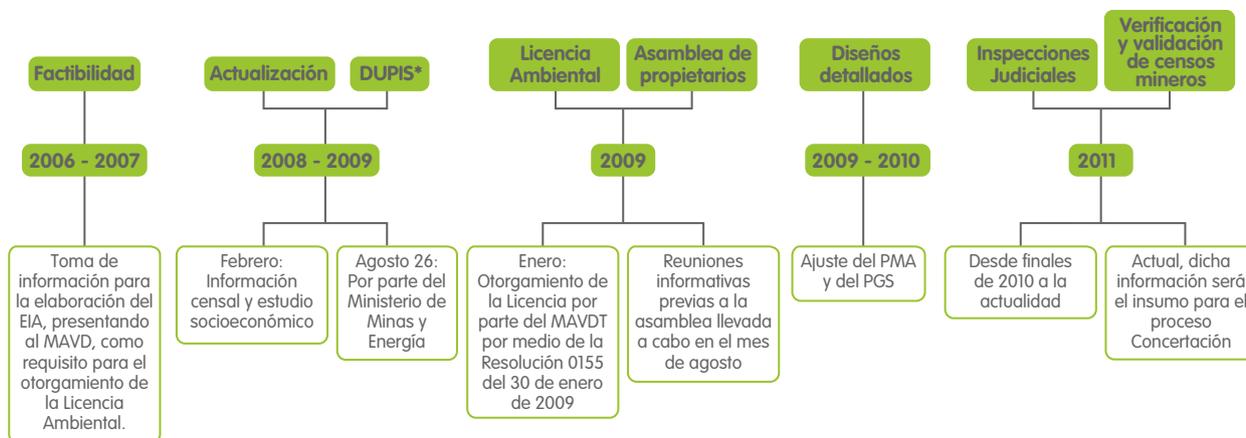


Imagen 3. Con el presidente de la Junta de Acción Comunal en el Corregimiento El Aro de Ituango. 2017.

2. Programa de Restitución de Condiciones de Vida

La figura 2 permitirá a los lectores tener la claridad y la información del debido proceso que realizó EPM para caracterizar la población en todas sus dimensiones. Una vez caracterizada la población

objeto de traslado y actualizada la información en cada una de las fases del Proyecto se define el impacto y su respectivo manejo.



*Declaratoria de utilidad Pública e Interés Social



Figura 2. Caracterización de la población. Construcción propia EPM. 2011.

El programa de Restitución de Condiciones de Vida es el manejo al impacto más relevante de estos proyectos, el cual corresponde al traslado involuntario de la población. Se desarrolló bajo un enfoque integral de atención de las poblaciones o comunidades afectadas. Para este fin, el esquema de este Programa presenta proyectos por grupos de población específico y, en este sentido, se focalizaron para cada población. Cuatro componentes básicos: acompañamiento psicosocial, recomposición de redes sociales y culturales, restitución y compensación de actividades económicas y reposición de viviendas e infraestructura comunitaria. Desde

esta perspectiva, en este Programa, se desarrollaron los siguientes proyectos:

- Restitución integral de condiciones de vida de las familias del centro poblado del corregimiento de Barbacoas, Municipio de Peque.
- Restitución integral de condiciones de vida de las familias del centro poblado de la Vereda Orobajo, Municipio de Sabanalarga. Para las familias dispersas ubicadas a lo largo de la zona de embalse. Las familias ubicadas en el corredor vial San Andrés de Cuerquia - El Valle y para las familias ubicadas en el corredor vial Puerto Valdivia - Presa.

- Restitución de la base económica de la población sin afectación predial.
- Restitución de infraestructura comunitaria.
- Compra directa para los afectados que así aplicara de acuerdo con la línea del tiempo construida y los criterios de arraigo, vulnerabilidad, proceso de verificación y validación, entre otros definidos en la metodología.

Para la ejecución del programa de Restitución de Condiciones de Vida de la población sujeta de traslado involuntario construimos una metodología para la atención integral a las familias y personas que facilitara la operatividad en la implementación acorde con las particularidades de afectación de cada una.

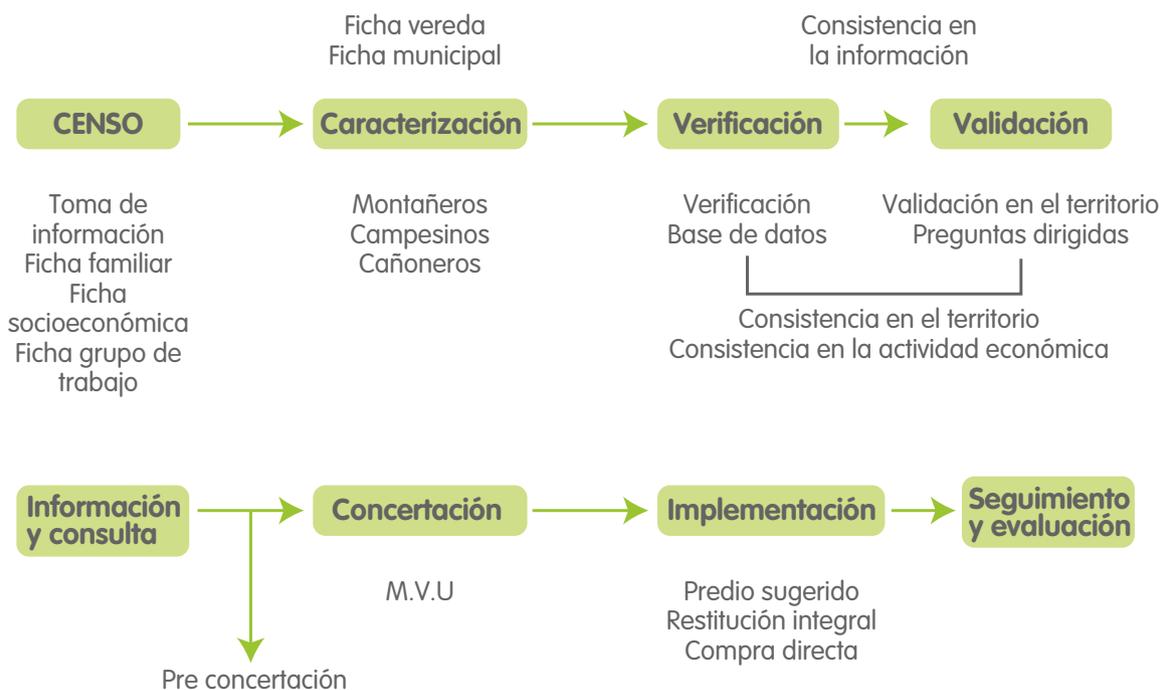


Figura 3. Proceso para la restitución de condiciones de vida de la población censada. Construcción propia. 2011 - 2012.

Con la implementación de esta metodología y, previo al desafortunado evento de la contingencia del Proyecto, logramos la concertación, traslado y la debida compensación a cada uno de los grupos específicos de población impactados. De acuerdo con el real impacto, el Manual de Valores Unitario, el proceso de verificación y validación, la asesoría

integral según lo dispuesto en la Licencia Ambiental por 5 años y el monitoreo a las familias y personas de compra directa.

En el siguiente cuadro se presentan los resultados del Programa de Restitución de Condiciones de Vida de la población objeto:

Universos poblacionales	Meta proyecto	Tipo de compensación	% de avance
Familias			
Familias Orobajo	35	RICV*	100%
Familias Barbacoas	35	RICV	100%
Familias dispersas	49	RICV	100%
Familias Valdivia	98	RICV	100%
Familias San Andrés de Cuerquia	61	RICV	100%
Mineros			
Población minera	1422	Compra directa	100%
Otras actividades económicas			
Compradores de oro	13	Compra directa	100%
Arrieros	84	Compra directa	100%
Volqueteros	10	Compra directa	100%
Paleros	20	Compra directa	100%
Cosecheros	25	Compra directa	100%
Transportadores fluviales (personas)	9	Compra directa	100%
Transportadores fluviales (empresas)	2	Compra directa	100%
Transportadores (chiveros)	4	Compra directa	100%

*Restitución integral de condiciones de vida <https://cu.epm.com.co/Portals/institucional/proyecto-hidroelectrico-ituango/documentos/d-phi-eam-eia-cap07.pdf>

Tabla 1. Resultados del programa de restitución de condiciones de vida de la población objetivo. Elaboración propia

Ahora bien, en el marco de la Restitución de las Condiciones de Vida, caracterizamos la infraestructura comunitaria y, en esta, la existencia de cementerios comunitarios en las comunidades de Orobajo (Sabanalarga), Barbacoas (Peque) y Fortuna (Buriticá). Estos cementerios se describen como la parte del predio en la que los pobladores de esas localidades enterraban a sus muertos, los de sus familias y de algunos vecinos que fallecían y que, dadas las distancias a las cabeceras municipales, no era posible su traslado; para precisar, Orobajo y Barbacoas, distaban a 2 días a lomo de mula de sus cabeceras municipales, Sabanalarga y Peque respectivamente. Allí enterraban a sus muertos. No a los muertos de guerra. Estos eran cementerios comunitarios históricos con más de 100 años de existencia, corresponde este a un componente cultural.

Fue así como por medio de procesos de concertación estas comunidades definieron que los restos óseos de sus muertos fueran trasladados a los lugares donde fueran restituidas sus condiciones de vida, es decir, a su nuevo entorno; para tal fin, construimos los términos de referencia y solicitamos a la empresa Integral la contratación de la institución competente con el siguiente objeto *Prospección, Exhumación y Traslado de los Restos Óseos* existentes en los tres cementerios comunitarios de Orobajo, Barbacoas y Fortuna (EPM, 2018).

Este proceso contractual fue asignado a la Universidad de Antioquia, concretamente al Laboratorio de Osteología. Con la coordinadora del equipo de trabajo y su equipo de antropólogos planeamos los trabajos de manera conjunta, elaboramos un cronograma e iniciamos con este trabajo, único para

EPM y una experiencia para Colombia ya que no se había realizado antes en este tipo de cementerios. Realizamos las reuniones de socialización con las comunidades, explicamos la metodología, se diligenciaron las fichas *anti morten*, en las cuales las familias y las personas expresaban y registraban en dichas fichas todos los detalles y señales que pudieran encontrarse al momento de la exhumación en los restos de sus seres queridos. Así mismo, se realizó todo el trabajo de pre-campo que tenía que ver con los protocolos internacionales para este propósito, elaboramos las comunicaciones oficiales para los alcaldes, personeros, secretarios de gobierno, curas párrocos y la fiscalía; esta última, con el fin de que manifestara si en estos cementerios existían expedientes abiertos por parte de esta entidad; es decir, si la Fiscalía tenía procedimientos pendientes en estos cementerios por muertes violentas o de guerra. La Fiscalía, respondió no tener

expedientes abiertos en estos cementerios, con lo que se obtuvo la autorización legal para iniciar los trabajos en campo.

Bien vale la pena destacar que, este trabajo se realizó con la participación de las comunidades, para lo cual en las reuniones de presentación de la metodología para la prospección, la exhumación y el traslado de los restos óseos, las comunidades de manera democrática y autónoma nombraron a sus representantes para que estuvieran presentes y, de manera permanente, durante todo el proceso; definieron la participación de un mayor, un joven, un representante de la organización comunitaria y para los casos de Orobajo y Barbacoas, una mujer que se encargaba de preparar los alimentos para el grupo de antropólogos y los participantes de la comunidad (EPM, 2018).



Imagen 4. Laboratorio de Osteología. U. de A. Implementación de las metodologías de prospección y exhumación de restos óseos en los cementerios de Orobajo, Barbacoas y Fortuna - febrero de 2018.



Imagen 5. Laboratorio de Osteología. U. de A. Exhumación de restos óseos en el cementerio de Orobajo - febrero de 2018.

La participación efectiva de la comunidad en todo el proceso fue un factor de éxito; con actas de cierre firmadas por las partes se dio cuenta de la finali-

zación del proceso de la exhumación de los restos en cada uno de los cementerios comunitarios para proceder con el traslado e inhumación final.



Imagen 6. Laboratorio de Osteología. U. de A. Exhumación de restos óseos en el cementerio de Orobajo - febrero de 2018.

Terminado el trabajo en campo se procedió con el traslado de los restos óseos al laboratorio de Osteología de la Universidad de Antioquia para dar continuidad con el lavado, rotulado, clasificación, el registro fotográfico, audiovisual del proceso, el tratamiento de los restos óseos, la elaboración del perfil bioantropológico respectivo, la elaboración y registro en ficha de objetos relacionados con los restos, la elaboración y registro en la base de datos, el embalaje adecuado para traslado a los sitios de disposición final.

Para la disposición final ya habíamos concertado los lugares para Barbacoas (Peque) en el cementerio del municipio de Peque, donde se habían

trasladado la mayoría de las familias. Los restos óseos de Fortuna (Buriticá) fueron trasladados al cementerio de Buriticá y los de Orobajo quedaron en custodia en el Laboratorio de Osteología de la Universidad de Antioquia, mientras se surtía la ruta metodológica de la Consulta Previa y en esta se definía el sitio para la inhumación. Los resultados fueron: en Orobajo 178 restos óseos, en Barbacoas 152 y en Fortuna 18.



Imagen 7. Municipio de Peque. Inhumación de restos óseos del cementerio de Barbacoas - marzo de 2018.

“Porque uno es de donde están sus muertos”

De este proceso se produjeron varios artículos científicos en revistas internacionales y en la revista de la Universidad Nacional, algunos de ellos:

- Vélez, S, Monsalve, T, Quiroz, M.L, Castañeda, D, Cardona-Gallo, S.A, Terrazas, A. y Sedov, S, The study of Necrosols and cemetery soils. DYNA, 86(211), 337-345. <http://doi.org/10.15446/dyna.v86n211.80757>
- Monsalve-Vargas, T., Londoño Uribe, C., Vélez Bedoya, S., Cardona-Gallo, S.A. y Quiroz, M.L, (2022). Cemetery Relocations in Hidroituango: An Interdisciplinary Study. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 94(1), e20201098. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220201098>
- Vélez, S., Sedov, S., Monsalve, T., Cardona-Gallo, S. A., Quiroz, M. L., y Solleiro-Rebolledo, E. (2020). Caracterización de Necrosoles en el bos-

que seco tropical en Colombia: Un acercamiento desde la geología forense. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 37(2), 146-156. <http://dx.doi.org/10.22201/cgeo.20072902e.2020.2.1539>

Ahora bien, en el marco de la Restitución de las Condiciones de Vida caracterizamos la infraestructura comunitaria, la cual, para el caso de la comunidad de Orobajo, fue necesario incorporar en el proceso de Consulta Previa realizado con esta comunidad entre finales de 2018 y mediados de 2019. Este es un capítulo que me permito escribir a continuación teniendo en cuenta los antecedentes descritos anteriormente.



Imagen 8. Caracterización de la infraestructura comunitaria de Orobaajo – 2009.

Así las cosas, acometimos la tarea y entre finales de 2018 y hasta el 6 y 7 de junio de 2019 se implementó la ruta metodológica para realizar la Consulta Previa con la Comunidad Indígena Nutabe de Orobaajo. Los días 6 y 7 de junio de 2019 llegamos a acuerdos totales con 26 proyectos que respondían al manejo de los impactos colectivos generados por el proyecto a la comunidad étnica.

Lo hicimos con enfoque diferencial, garantía de derechos, acción sin daño, participación, respeto, concertación, proporcionalidad y equilibrio con un equipo de profesionales de los asesores contratados por EPM para la Comunidad, el Ministerio del Interior, las entidades garantes de los derechos, la comunidad y EPM. Así desarrollamos la ruta metodológica de acuerdo con las fases establecidas:

Etapa / fase / hitos	Fecha	Resultados
Coordinación y preparación	Marzo 20 de 2018	EPM presenta el proyecto hidroeléctrico Ituango a la Dirección de Consulta Previa y se define fecha para la reunión de apertura y pre consulta con comunidad
Apertura y pre consulta	Mayo 11 de 2018	Presentación del proyecto en todos sus componentes a la comunidad Nutabe de Orobaajo y se acordó la ruta metodológica
Suscripción de convenio para la asesoría	Octubre 26 de 2018	Convenio con el Cabildo Indígena Nutabe de Orobaajo, para garantizar el asesoramiento, apoyo y acompañamiento técnico y jurídico a la comunidad y costos logísticos, para el desarrollo del proceso de Consulta Previa. Inicia en octubre 26 de 2018 y termina en junio 14 de 2019. Fue necesario ampliar este convenio hasta finales de junio de 2019
Identificación de impactos y formulación de medidas de manejo	Marzo entre el 9 y el 30 de 2019	Se concertaron 60 impactos. Acta parcial con el Ministerio y matriz de impactos acordados
	Abril 6 y 7 de 2019. Mayo 24 y 25 de 2019. Junio 6 de 2019	Se concertaron 69 medidas de manejo. Acta total de la fase de impactos y medidas de manejo, matriz de medidas de manejo con el Ministerio.
	Junio 6 y 7 de 2019	Acta de acuerdos y protocolización de acuerdos. Con 26 acuerdos totales, que responden a impactos colectivos, con especial énfasis al fortalecimiento étnico

Tabla 2. Ruta metodológica. Elaboración propia.



Imagen 9. Posesión del Cabildo Nutabe, ante el alcalde de Sabanalarga, 7 de diciembre de 2014.



Imagen 10. Reunión de preconsulta, Ituango 11 de mayo de 2018.



Imagen 11. Acuerdo de ruta metodológica, 13 de septiembre de 2018.



Imagen 12. Canto del himno. Talleres para la identificación de impactos y construcción de medidas de manejo. Abril 6 de 2019.



Imagen 13. Acuerdos totales y protocolización. Junio 7 de 2019.

Concluida la fase de Consulta con la firma de acuerdos totales los cuales se registran en el acta oficial firmada entre las partes, se resumen en:

- **Fortalecimiento étnico:** plan de vida, guardia indígena, memoria, acompañamiento psicosocial, plan de medios.
- **Gestión ambiental:** estudios e investigaciones tecnocientífico y etnobotánico, agenda ambiental, educación ambiental, capacitación en riesgos.
- **Proyectos productivos:** granja integral autosostenible, fondo rotatorio, transformación y posicionamiento de marca de café, vivero, plantas medicinales.
- **Infraestructura comunitaria:** restitución de la escuela, la cancha, el parque infantil, la virgen, cementerio comunitario, espacios para la espiritualidad.
- **Restitución por pérdida parcial del territorio:** 500 hectáreas escrituradas al Cabildo, donde se ejecutarán los proyectos.

De este proceso, es importante resaltar:

- El proyecto contó con la debida diligencia desde sus fases tempranas - No registro de comunidades étnicas.
- En marzo de 2018, se ordena al proyecto la ejecución de la Consulta.

- Es la Consulta Previa para el proyecto hidroeléctrico más grande del país.
- Es una consulta expost, posterior al licenciamiento y se ejecuta cuando la construcción del proyecto tiene un avance del 85% aprox. (previo la contingencia).
- Consulta protocolizada con acuerdos totales, en el marco de las garantías de derecho.
- Estuvo mediada por el diálogo intercultural, el respeto y la buena fe.
- Los acuerdos tienen como principios: la razonabilidad, la proporcionalidad y la complementariedad.
- Los proyectos concertados son de carácter colectivo.
- Es un referente para el país: se realiza durante la construcción del proyecto, en contingencia y con un pueblo que data del siglo XVI y ha venido disminuyendo por el territorio que ocupó.

Dimos cuenta al país y a los diferentes grupos de interés de los resultados obtenidos de esta Consulta por diferentes medios de comunicación e información para posteriormente dar paso a la implementación.



Imagen 14. Presentación del proceso de consulta previa con la CINO, en la sala de Juntas de EPM, con medios de comunicación, locales, regionales y nacionales. Agosto de 2019.



Imagen 15. Presentación del proceso de consulta previa con la CINO, en la sala de Juntas de EPM, con medios de comunicación, locales, regionales y nacionales. Agosto de 2019.

3. Programa de Integración Proyecto - Región

Este Programa atiende las expectativas que se dan por la llegada de megaproyectos a territorios como los licenciados para el Proyecto Hidroeléctrico Ituango y, además, no menos importante, la vinculación al desarrollo local. En el marco de este Programa se definieron los siguientes proyectos, a saber (EPM, 2019).

Proyecto fortalecimiento institucional y comunitario

Siempre trabajamos con las organizaciones comunitarias existentes en el territorio, las Juntas de Acción Comunal (ASOCOMUNALES), los grupos juveniles, los grupos ambientales, las asociaciones de padres de familia, las veedurías ciudadanas, entre otras. Así mismo, con las instituciones del orden local y regional. Siempre fueron nuestros interlocutores directos para la toma de decisiones y sobre todo para hacer la pedagogía que se requería en el marco del Plan de Manejo Ambiental, en su componente social.

Proyecto seguimiento y mitigación de impactos por presión migratoria

Es fundamental precisar que contamos con la metodología para el manejo de impactos generados por la presión migratoria desde el Proyecto

Hidroeléctrico Porce III. Para la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Ituango se identificaron los sitios con mayor afluencia de personal foráneo y las demás variables existentes en dicha metodología; fue así como desde las fases tempranas del Proyecto realizamos la línea base y, semestralmente, el monitoreo a las mismas variables para contar con datos objetivos, debidamente soportados por las entidades y organizaciones que entregaron la información de línea base y de los monitoreos.

Así mismo, constituimos comités para el manejo de impactos por presión migratoria con la comunidad y las administraciones municipales, antes, durante y después. Se destaca en el Proyecto Hidroeléctrico Ituango este manejo con el Corregimiento El Valle de Toledo por su cercanía a las obras principales y a los campamentos. En Toledo, Ituango, San Andrés de Cuerquia, entre otros, cerramos los impactos con proyectos y programas de la mano con la institucionalidad. El cierre de estos impactos contenidos en la Licencia Ambiental fue debidamente diligenciado en los Informes de Cumplimiento Ambiental – ICA's, con las respectivas actas.



Imagen 16. Institución Educativa El Valle de Toledo. 2017.



Imagen 17. Recreación, cultura y deporte - Toledo, 2017.



Imagen 18. Parque principal El Valle, Toledo, 2017.



Imagen 19. I.E. Alto Seco, San Andrés de Cuerquia, 2016.

Proyecto vinculación al desarrollo regional – Componentes: desarrollo educativo, desarrollo productivo y desarrollo con perspectiva de género

• Desarrollo con perspectiva de género

Trabajamos con los municipios del área de influencia del proyecto, el programa de Servicios Amigables con las administraciones municipales, concretamente con los hospitales en asesoría, capacitación, atención a adolescentes y jóvenes en salud sexual y reproductiva, prevención de riesgos psicosociales, dejando capacidad instalada y de manera articulada con la Secretaría de Salud de la Gobernación de Antioquia. Así mismo, construimos aproximadamente 800 estufas eficientes en las veredas del área

de influencia directa del Proyecto en acuerdos con las autoridades locales y la autoridad ambiental.

• Desarrollo educativo

Se ha desarrollado el mejoramiento y/o construcción de 22 Instituciones Educativas nuevas al momento de la contingencia. Las que no se implementaron fue porque el predio no estaba legalizado y las demás quedaron pendientes. Este fue un programa desarrollado durante la construcción del proyecto.



Imagen 20. CER La Angelina - Buriticá.



Imagen 21. Escuela La Florida - Ituango.



Imagen 22. CER San Julián - Toledo.



Imagen 23. I.E. San Luis Gonzaga - Santa fe de Antioquia.

• **Desarrollo productivo**

En este proyecto se identificaron, a partir del análisis de Índice de Capacidad Organizacional (ICO), las Unidades Productivas con mayor potencial y, de esta manera, definir las necesidades de formación que se orienten a cualificar y mejorar la competitividad de sus líneas de negocio; en este sentido, se articularon acciones brindando los insumos y materias primas necesarias para el desarrollo de los cursos

con el SENA, quien realizó el ciclo formativo y las respectivas certificaciones. Estas organizaciones proveían a los contratistas los bienes y servicios. Asunto ganador para todos.

Como un componente fundamental para las veredas del área de influencia, realizamos en el marco del Proyecto de desarrollo productivo, el mejoramiento de los caminos de herradura. Este trabajo lo realizamos con las Juntas de Acción Comunal.

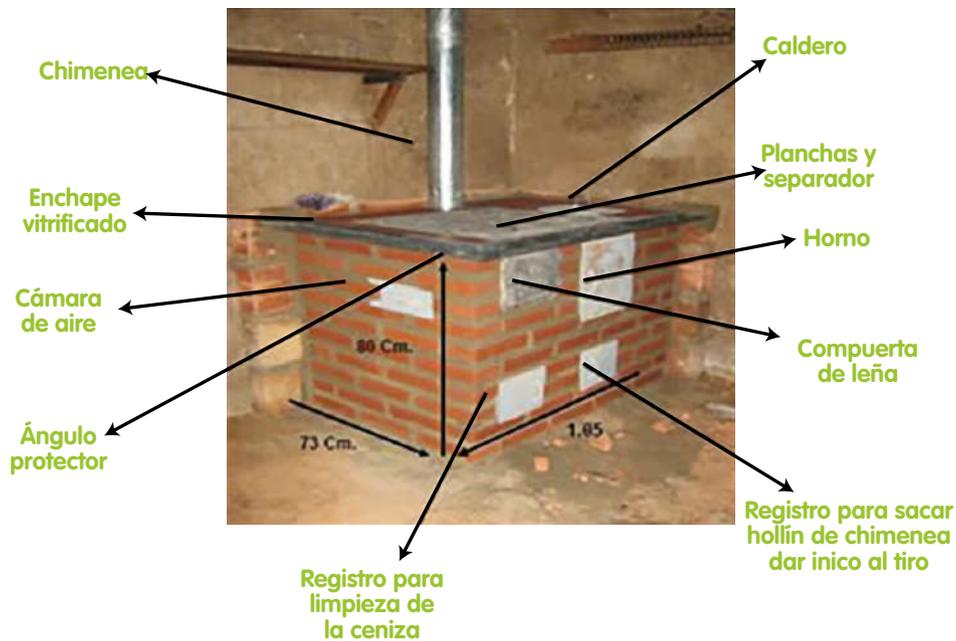


Figura 4. 800 estufas eficientes y 800 huertos leñeros en los 12 municipios del área de influencia del PIH, vereda del área de influencia directa.

Este programa mejora los indicadores en salud de las familias campesinas, protege el medio ambiente y mejora las condiciones de vida de 800 familias de la zona de influencia.

Proyecto seguimiento a las condiciones del entorno: construcción de acuerdos de seguridad y convivencia ciudadana

En los 12 municipios del área de influencia del Proyecto trabajamos con los jóvenes del territorio y las administraciones municipales. Firmamos el pacto de convivencia ciudadana; estos acuerdos permitieron articular nuestro trabajo con el entorno y de allí se fortalecieron grupos juveniles.

Durante todo el proceso constructivo realizamos el seguimiento sociopolítico a las condiciones del entorno del que se producía un informe, un plan de acción y espacios de seguimiento para evaluar, ajustar y planear. Siempre actualizamos la matriz de actores y su relación con el proyecto, lo que nos permitía la construcción de estrategias por escenarios.

Proyecto de educación ambiental

Con la Universidad Católica del Norte desarrollamos el proyecto PRAES —Proyectos Ambientales Escolares— el cual tuvo como objetivo la capacitación, asesoría, acompañamiento y fortalecimiento en la reformulación de estos. Se desarrolló en veintisiete (27) instituciones y/o centros educativos rurales, ubicados en los doce (12) municipios del área de influencia del PHI, a través de actividades pedagógicas, garantizando la inscripción de 6 PRAES ante el Ministerio de

Educación Nacional. Se logró involucrar en el proceso educativo a 9.499 estudiantes, 79 docentes y 282 personas de la comunidad entre líderes, padres de familia y otros.

Cada una de las familias de restitución integral de condiciones de vida tuvo el componente de educación ambiental, antes, durante y después del traslado a su nuevo entorno.

Conclusiones

- Ningún hecho sobre los cuales están fundamentados los procedimientos sancionatorios de carácter ambiental que adelanta la ANLA, con ocasión de la construcción del proyecto, está asociado a la gestión social.
- Ninguna de las demandas interpuestas por ciudadanos para su inclusión en el censo del proyecto y acceso a compensaciones ha sido fallada en contra de EPM.
- El actuar de EPM siempre estuvo guiado por lo público (lo público es sagrado). La ruta siempre fue el Estudio de Impacto Ambiental, el Plan de Gestión Social y la Licencia Ambiental del Proyecto.
- Se hizo parte integral del proyecto, se viabilizó su construcción, se gestionaron los conflictos, se exaltó el ingenio y se asumieron riesgos. No se

delegó la gestión, siempre se estuvo en territorio con el consultor.

- Al momento del desafortunado evento de la contingencia se había concertado con todas las familias y personas impactadas por la construc-

ción del proyecto, con aquellas que se tenían registradas en el censo de población, viviendas y actividades económicas.

No fue un proceso lineal. Se presentaron dificultades, movilizaciones sociales, cierres, exigencias, solicitudes, reclamos, quema de vehículos, retenciones... Se avanzó con la escucha, con la participación, con la información, con el entendimiento, sin negociar lo público y siempre atendiendo los reales impactos.

(La Autora)

Notas al final

¹ Socióloga, Especialista en Cultura Política, Pedagogía de Derechos Humanos. Con énfasis en trabajo con comunidades vulnerables en territorios de alta complejidad, en la construcción de herramientas para la generación de confianza con comunidades sujeto de traslado involuntario, la implementación de los planes de gestión social, especialmente la reubicación y relocalización de familias en nuevos entornos para dar paso a las obras de los proyectos; la ejecución consultas previas con comunidades étnicas, el manejo a los impactos por expectativas, presión migratoria, la gestión de conflictos en la

construcción de grandes obras de desarrollo. Profesional Ambiental y Social de la Unidad Desarrollo Ambiental y Social Proyectos e Ingeniería EPM hasta agosto de 2023.

² Las siglas que componen el nombre del contrato BOOMT hacen referencia a las palabras en inglés Built (Construir), Operate (Operar), Own (Poseer), Mantain (Mantener) y Transfer (Transferir). En esa medida, la responsabilidad global que EPM adquirió con la sociedad Hidroituango S.A. fue la de construir, operar, poseer, mantener y, al cabo de 50 años, transferir el proyecto de nuevo a esa sociedad.

Referencias

- Banco Interamericano de Desarrollo. (1998). *Política Operativa OP-710. Reasentamiento involuntario Política operativa y documento de antecedentes*. <https://rebrand.ly/i9hkaht>
- EPM. (4 de julio de 2019). *Implementación de 26 proyectos acordados entre EPM y Comunidad Indígena Nutabe de Orobajo*. <https://rebrand.ly/2tkk1sp>
- EPM. (5 de marzo de 2018). Traslado de cementerios de Orobajo, Barbacoas y La Fortuna. <https://rebrand.ly/1xy66hc>
- Ministerio del Interior. (10 de diciembre de 2013). *Dirección de consulta previa*. <https://rb.gy/1c97qa>
- Organización Internacional del Trabajo. (2014). *Convenio Núm. 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales*. <https://rebrand.ly/r5u43pg>

Cómo citar este artículo:

Quiroz, M. (2023). Proyecto Hidroeléctrico Ituango: Plan de Manejo Ambiental, Gestión Social. *Revista EPM*, (22), 8-31.

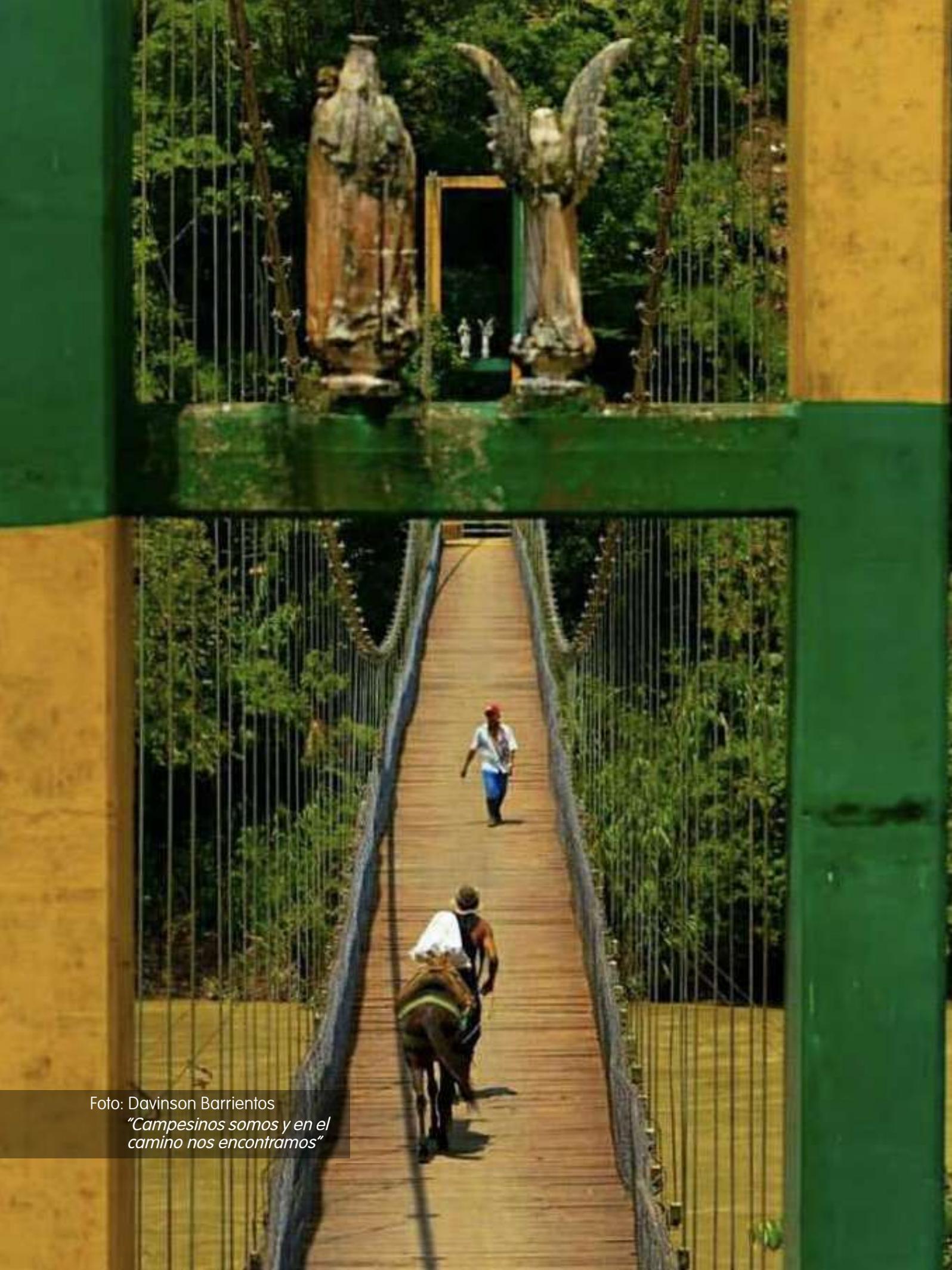


Foto: Davinson Barrientos
"Campesinos somos y en el camino nos encontramos"

Inclusión del Proyecto Hidroeléctrico Ituango en el Ordenamiento Territorial. Oportunidades para el Desarrollo Sostenible

Inclusion of the Ituango Hydroelectric Project in the territorial ordering. Opportunities for sustainable development

**Ray Esteban
Velásquez Pérez**

Gerencia Ambiental y Social
Proyectos e Ingeniería EPM

ray.velasquez@epm.com.co

Resumen

La construcción del Proyecto Hidroeléctrico Ituango implica una serie de cambios sustanciales en el territorio, por lo que se hace necesario realizar un ejercicio de planificación estructurada para la armonización del proyecto con las vocación natural y socioeconómica del territorio, de manera que este adquiera la capacidad de asimilar correctamente las nuevas dinámicas y se transforme en un territorio funcional, para el aprovechamiento de las oportunidades que se presentan en procura de mejorar las condiciones para el desarrollo sostenible de la región.

En el siguiente texto se muestran los elementos tenidos en cuenta para la formulación del Plan de Ordenamiento del Embalse a partir de la identificación de usos potenciales, restricciones en el uso y ocupación del territorio, la armonización con los instrumentos de ordenamiento territorial y gestión del riesgo, y la efectiva implementación de las medidas en el territorio.

Palabras clave:

Proyecto Hidroeléctrico Ituango, Embalse, Territorio, Riesgos, Ordenamiento, Planeación, Capacidad de soporte

Keywords:

Ituango Hydroelectric Project, Reservoir, Territory, Risks, Ordering, Planning, Support capacity, Sustainability

Introducción

El Proyecto Hidroeléctrico Ituango (PHI) está conformado por un embalse que ocupa territorios de nueve municipios de las subregiones de norte y occidente antioqueño, haciendo que se constituya en un hecho territorial de alto impacto circunscrito en un espacio geográfico no alineado con el ordenamiento político-administrativo de la región, pero con un gran potencial para conformar una región funcional con dinámicas propias.

Armonizar los proyectos de infraestructura con el ordenamiento de los territorios es una responsabilidad con el medio ambiental y social teniendo en cuenta tradiciones históricas y culturales. Fundamentado en esto, Empresas Públicas de Medellín (EPM) contrató a la Escuela de Planeación Urbano Regional de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional (UNAL), sede Medellín, para la formulación del Plan de Ordenamiento del Embalse (POE). El objetivo principal del POE es el establecimiento de criterios para identificar los usos, actividades compatibles y complementarias que se pueden desarrollar en el embalse y su zona de influencia directa, en concurrencia con la vocación ambiental del territorio, su sostenibilidad y capacidad de soporte.

Las actividades por parte de la UNAL para el cumplimiento de estos objetivos se realizaron bajo el principio de imparcialidad, autonomía académica y técnica desde 2015 a partir de la identificación de los imaginarios de los habitantes del cañón del Río Cauca en donde se establecería el futuro embalse, insumo fundamental para la identificación de elementos estructurales relacionados con los cambios en las dinámicas socioeconómicas del territorio.

Considerando los impactos de orden territorial en el medio social, económico y ambiental es fundamental que las determinaciones del POE fueran concordantes con los instrumentos de ordenamiento territorial de los municipios de la zona del embalse, debido a que son precisamente estos la máxima autoridad legal para la planeación y gestión territorial, sin embargo, como se concluye en la publicación 20 años de ordenamiento territorial en Colombia: experiencias, desafíos y herramientas para los actores territoriales “son cada vez más los asuntos que requieren ser concebidos y entendidos, pero sobre todo resueltos a partir de una visión más amplia que los límites político-administrativos municipales” (Contreras, 2017, p. 108).

Para lograr esto se diseñó un modelo basado en los principios generales del ordenamiento territorial establecidos en el artículo 2 de la Ley 388 de 1997 como son la función social y ecológica de la propiedad, la prevalencia del interés general sobre el particular y la distribución equitativa de las cargas y los beneficios.

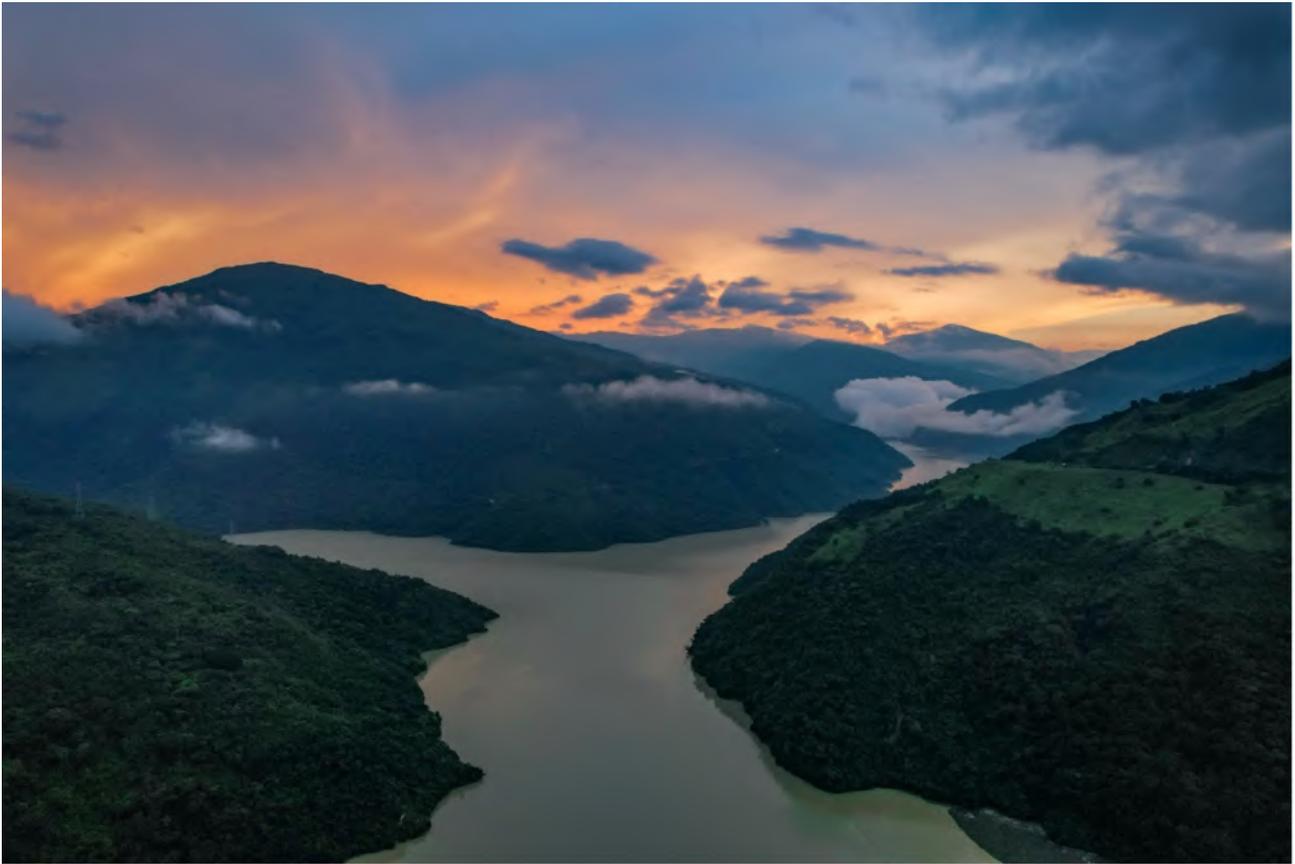
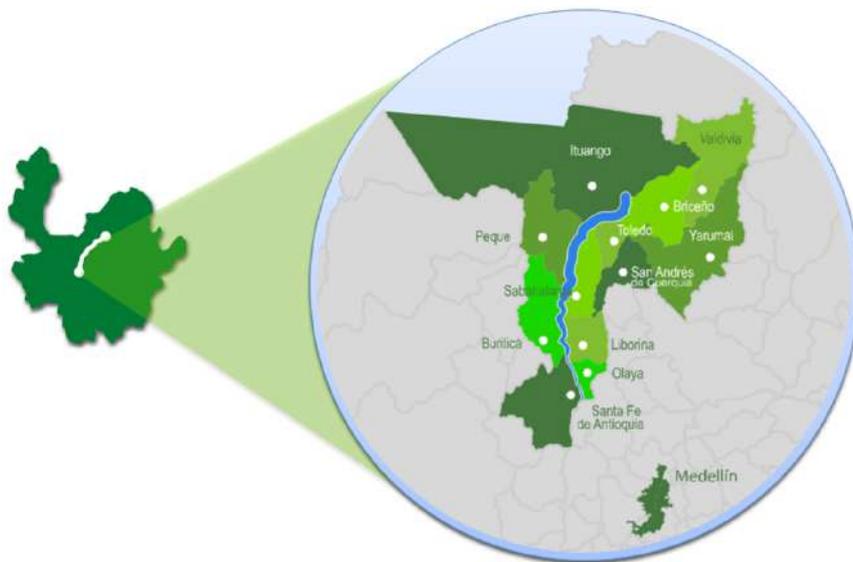


Imagen 1. Embalse Central Hidroituango. (Luis José García Melo, 2022).

1. El Proyecto Hidroeléctrico Ituango

El Proyecto Hidroeléctrico Ituango embalsa las aguas del Río Cauca, al noroccidente del departamento de Antioquia, a unos 170 km de la ciudad de Medellín y una central subterránea diseñada para ocho unidades tipo Francis de eje vertical con una potencia nominal de 300 MW cada una, para una capacidad instalada de 2.400 MW y 13.930 GWh de energía media anual. La presa que

tiene una altura de 225 metros y un volumen de 20 millones de m³ está emplazada en predios de los municipios de Ituango y Briceño y el embalse, cuyas cotas mínima y máxima de operación son 385 y 420 msnm, respectivamente, se ubica en predios de los municipios de Ituango, Peque, Buriticá, Santa Fe de Antioquia, Olaya, Liborina, Sabanalarga, Toledo y Briceño.



Cota máxima de operación: 420 msnm
Cota mínima de operación: 390
Salto neto de diseño: 197.6
Capacidad instalada: 2.400
8 unidades de generación
Potencia por unidad: 300
Energía media anual: 13.930
Energía firme anual: 8.563
Caudal medio del río: 1.010
Caudal de diseño: 1.350 m ³ /s

Figura 1. Características generales del Proyecto Hidroeléctrico Ituango.

El sistema de gestión ambiental y social del proyecto hidroeléctrico Ituango contiene las medidas de manejo para la prevención, control, mitigación y compensación de impactos en el área de influencia del Proyecto, éste fue elaborado en el marco de la solicitud de licencia ambiental e incluido en la actualización del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de 2011, esta licencia fue otorgada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial mediante la Resolución 0155 del 30 de enero de 2009.

Entre las principales obligaciones relacionadas con el ordenamiento del embalse y el ordenamiento territorial establecidas por la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) se encuentran que el PHI debe:

- “Impulsar la formulación de proyectos que potencien el turismo histórico o ecoturismo, con la participación de las comunidades afectadas, para evitar que éstas no se vean doblemente afectadas por el impacto de dicha actividad” (sic) (Resolución 1034 de 2009 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 04 de junio de 2009).

- “Promover procesos participativos durante la revisión y ajuste de los EOT y Planes Municipales de Desarrollo -PMD- para su articulación con el proyecto hidroeléctrico” (Resolución 1891 de 2009 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 04 de junio de 2009, 01 de octubre de 2009).
- “Acompañamiento a los municipios del área de influencia directa del proyecto en la actualización o reformulación de los planes de ordenamiento territorial respectivos, articulando allí el ordenamiento ambiental de la franja perimetral de protección del embalse y el ordenamiento de este” (Auto 3929 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 02 de noviembre de 2010).

Con base en estas obligaciones establecidas por la autoridad ambiental y la normatividad de ordenamiento territorial, EPM definió unas estrategias para su implementación y lograr una adecuada inserción del PHI en el territorio que, por su naturaleza se enmarca en las determinantes de ordenamiento territorial de infraestructura, de acuerdo con lo establecido en el numeral 3

del artículo 10 (determinantes de los planes de ordenamiento territorial) de la Ley 388 de 1997: “El señalamiento y localización de las infraestructuras básicas relativas a la red vial nacional y regional, puertos y aeropuertos, sistemas de abastecimiento de agua, saneamiento y suministro de energía, así como las directrices de ordenamientos para sus áreas de influencia.”

A partir de estas determinantes de ordenamiento territorial y los principios de ordenamiento establecidos en la Ley 388 de 1997 se formuló,

como principal estrategia, el Plan de Ordenamiento del Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango.

El objetivo principal del POE es identificar y delimitar ordenadamente los usos potenciales, compatibles y complementarios en la zona del embalse del PHI y sus inmediaciones, teniendo en cuenta además la exposición a las amenazas naturales existentes en la zona y aquellas que se generan como consecuencia del establecimiento del embalse.

2. Plan de Ordenamiento del Embalse

Para la formulación del POE se tuvieron en cuenta las expectativas que se generan en las comunidades y administraciones municipales a raíz de la construcción del PHI, en el marco de las nuevas dinámicas socioeconómicas para lo cual se evaluaron técnicamente los que se propusieron desde el imaginario colectivo además de los identificados en experiencias previas en otros embalses.

Este ejercicio se basa en una propuesta de identificación de los mejores usos, a partir de la aplicación de la metodología de capacidad de acogida, para definir las prioridades en el ordenamiento del territorio, definiendo en primera instancia los usos compatibles con el uso principal del embalse, la generación de energía, y luego su capacidad de acogida teniendo en cuenta restricciones de riesgo y usos establecidos previamente desde lo normativo para establecer las prioridades, en el mismo sentido de lo dispuesto en el artículo 189 del Decreto 019 de 2012, donde se define la obligación de incluir la gestión de riesgo como un tema estructural de los instrumentos de ordenamiento territorial.

Como resultado de este ejercicio, el POE establece una serie de usos y actividades compatibles en el cuerpo de agua y en las zonas aledañas a este. Para el cuerpo de agua, la zonificación se

estableció en cuatro categorías: pesca artesanal, pesca deportiva, pesca recreativa y navegación. Las rutas de navegación propuestas en el POE están asociadas a las diferentes actividades identificadas en el espejo de agua, es decir, la pesca recreativa y deportiva, rutas turísticas, la restitución de la movilidad de las comunidades y la operación misma del embalse.

Asociado a estas actividades de navegación dentro del embalse, se establecen las rutas de navegación las cuales van acompañadas de los respectivos puertos diferenciados en puertos de restitución de movilidad, turísticos e industriales o la combinación de estos. Por otro lado, en las zonas aledañas al embalse se consideran dos tipos de usos principales: zonas con aptitud turística y rutas para senderismo, ciclo montañismo y cabalgatas. Esta identificación de potencialidades se realizó teniendo en cuenta definiciones previas de mayor jerarquía como la franja de protección del embalse, las zonas de compensación forestal, zonas de protección en áreas con amenazas naturales no mitigables, ecosistemas naturales de conservación y áreas priorizadas para restauración.

De acuerdo con estos usos identificados en el embalse y sus zonas aledañas, hace que el PHI tenga una gran potencialidad para convertirse en una zona con una dinámica económica propia

basada en el ecoturismo y etnoturismo que a su vez impulsará el desarrollo de economías locales necesarias para la provisión de los bienes y servicios que allí se demandarán. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas sobre el turismo resiliente:

Puede contribuir a acelerar el cambio hacia modelos de consumo y producción más sostenibles y promover el uso sostenible de los océanos, los mares y los recursos marinos. Puede fomentar la cultura local, mejorar la calidad de vida de las mujeres y los jóvenes, los pueblos indígenas y las comunidades locales y empoderarlos económicamente y promover el desarrollo rural y la mejora de las condiciones de vida de las poblaciones rurales, incluidos los pequeños agricultores y los agricultores familiares. (Organización de las Naciones Unidas, 2023)

Es importante resaltar que estas actividades relacionadas con el turismo no se pueden llevar a cabo de manera inmediata debido, principalmente, a que es necesario surtir los procesos de planificación de la operatividad de estas, incluyendo en el proceso a las comunidades como protagonistas en la definición de su propio desarrollo y evitar así repetir errores del pasado de procesos de ocupación en embalses que se han dado de forma no organizada.

Otro asunto significativo para la planificación de las actividades es la identificación temprana de los impactos económicos, ambientales y socioculturales que se pueden presentar debido a un crecimiento no controlado de actividades turísticas.

Algunos de los posibles impactos económicos identificados son el cambio de actividades económicas cambiando de costumbres agrícolas y actividades tradicionales a las relacionadas con

el turismo, aumento del costo de vida (productos, arriendos, alimentos y servicios públicos) y aumento de economía informal debido a la aparición de ventas estacionarias y ambulantes.

Por otra parte, entre los impactos ambientales pueden estar la generación de aguas residuales, competencia por el acceso al agua potable y energía, tráfico de flora y fauna, y la aparición de construcciones ilegales.

Finalmente, entre los impactos socioculturales que se pueden presentar están: la pérdida de identidad y patrimonio cultural, turismo sexual y microtráfico, aumento de la mendicidad, insatisfacción de la comunidad y la intervención en los comportamientos culturales con las comunidades indígenas.

Un elemento adicional que restringe las actividades turísticas de manera inmediata, por lo menos las relacionadas directamente con el espejo de agua (navegación y pesca) es el periodo de estabilización del embalse propuesto en el POE que es de cuatro años contados a partir del llenado total de este hasta su cota máxima, 420 msnm. Este periodo se establece debido a las precauciones que se deben tomar desde el punto de vista de riesgos, debido a las inestabilidades que se generan en las laderas del embalse, y desde el punto de vista de estabilidad íctica a fin de contar con un tiempo prudente para el establecimiento del nuevo recurso pesquero y a la formulación del plan de ordenamiento pesquero el cual es responsabilidad de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP).

3. Implementación del POE

La formulación e implementación del Plan de Ordenamiento del Embalse de la Central Hidroituango se constituye como el primer ejercicio de su clase a nivel nacional, aunque se encuentra un antecedente normativo para el embalse Topocoró de Hidrosogamoso. Para este embalse se formuló un plan de ordenamiento, adoptado mediante ordenanza departamental 038 de 2017, que se concentra estrictamente en el ordenamiento de los usos del espejo de agua sin incluir el ordenamiento pesquero y sin el uso de un análisis de capacidad de acogida para las zonas aledañas al embalse.

Las entidades que participaron en la formulación del Proyecto Hidroeléctrico Ituango (POE) no tienen competencia en el ejercicio del ordenamiento territorial, en este sentido, surge la necesidad de estructurarlo de acuerdo con las vocaciones ambientales, sociales y económicas propias de la región y articularlo a los respectivos planes de ordenamiento territorial como instrumento fundamental en la orientación del desarrollo territorial y carta de navegación de una región que adquiere dinámicas propias.

Debido a esto, uno de los puntos fundamentales para que el Plan de Ordenamiento del Embalse fuese en realidad una guía para los actores que hoy convergen en el territorio es que este fuera adoptado formalmente por parte de los municipios, mediante una actualización de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) y estos a su vez alineados con los lineamientos del Plan de Ordenamiento Departamental (POD).

El primer paso para lograr este cometido fue la revisión del estado de los instrumentos de ordenamiento territorial de cada uno de los municipios y para la elaboración de un diagnóstico del estado de estos. Uno de los principales hallazgos durante este diagnóstico fue que todos los instrumentos de ordenamiento territorial estaban desactualizados y pertenecían a los planes de ordenamiento territorial de primera

generación, es decir, los que se realizaron entre 2000 y 2002. Algunos municipios contaban con algunas revisiones puntuales de estos planes de ordenamiento, pero ninguno había realizado una actualización de largo plazo.

Este hecho no es exclusivo de esta región y vemos cómo se repite a nivel nacional, así se expone en el documento: 20 años de ordenamiento territorial en Colombia: experiencias, desafíos y herramientas para los actores territoriales, en donde se hace una revisión de los contenidos de 154 actos administrativos y documentos de POT arrojando que 136 son de primera generación (Contreras, 2017, p. 45).

Con el objetivo de facilitar el proceso para la actualización de los instrumentos de ordenamiento territorial, se realizó una revisión de los Planes de Desarrollo Municipal (PDM). El hallazgo principal de esta revisión es que en ninguno de los PDM se hacía referencia al PHI, ni se establecieron programas o proyectos en relación con este. A partir de este diagnóstico se formularon las respectivas recomendaciones concretas a los municipios para facilitar la articulación entre la gestión del riesgo, el ordenamiento territorial y el Proyecto Hidroeléctrico Ituango.

Posteriormente, se procedió con el Análisis de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgos (AVR) para la zona urbana y rural de cada municipio a la luz de los requerimientos del Decreto 1807 de 2014, que requiere revisar los estudios para movimientos en masa, inundación y avenidas torrenciales.

Adicional al análisis de estos tres riesgos, se realizó el estudio de AVR para incendio de cobertura vegetal en la totalidad del territorio municipal. Este análisis se realizó con base en el "Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal Escala 1:100.000" elaborado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM (2011),

pero complementado por variables y procesos ajustados por parte de la UNAL con el fin de realizar un análisis a mayor escala. Los componentes en los que se basa el análisis de susceptibilidad comprenden el tipo de vegetación, clima, relieve, la ocurrencia y magnitud histórica de incendios, así como la infraestructura, disponibilidad de vías y facilidades de acceso.

Con base en los análisis de riesgo realizados y los análisis territoriales, se procedió a iniciar el proceso de actualización de los instrumentos de ordenamiento territorial para cumplir con el propósito final del proceso el cual es, como lo expone la Ley 1454 de 2011:

Promover el aumento de la capacidad de descentralización, planeación, gestión y administración de sus propios intereses para las entidades e instancias de integración territorial, fomentando el traslado de competencias y poder de decisión de los órganos centrales o descentralizados del gobierno en el orden nacional hacia el nivel territorial pertinente, con la correspondiente asignación de recursos. (Artículo 2)

Esta capacidad que en consecuencia adquiere el territorio, para aprovechar las potencialidades de las nuevas realidades territoriales, debe materializarse en la transformación productiva, social, institucional y de gobernanza territorial. Para que estos beneficios efectivamente se establezcan en el territorio se definió avanzar en el diseño de estrategias que permitan la integración regional avanzando en procesos de planeación supramunicipal de manera que se pueda lograr un mayor aprovechamiento de ese relacionamiento y lograr un mayor impacto.

En este sentido, actualmente se analizan los posibles modelos de articulación territorial que se pueden dar entre los municipios de la zona del embalse con el objetivo de identificar ventajas y desventajas, pero buscando definir una instancia de integración que genere sinergias y alianzas competitivas para la consecución de objetivos de desarrollo comunes.

Algunos de estos modelos de articulación que se pueden dar, son los Esquemas Asociativos Territoriales (EAT) reglados por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), que para el caso de los municipios de la zona del embalse puede ser una Asociación de Municipios, una Provincia Administrativa de Planificación (PAP) o una Región de Planeación y Gestión (RPG) figuras planteadas en la Ley 1454 de 2011 del Congreso de la República de junio 28 de 2011.

Otra posibilidad de articulación territorial son las Agencias de Desarrollo Económico Local (ADEL) que, a diferencia de los EAT, también incluyen socios privados y empresas sociales constituyendo un modelo alternativo de desarrollo cuyo propósito es el de “construir consensos en el modelo de desarrollo económico local propuesto y asegurar la sostenibilidad de esos procesos subregionales como vía para mejorar la productividad, la competitividad, el empleo local y disminuir la pobreza” (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, 1993).

De acuerdo con lo planteado en las Reflexiones sobre Ordenamiento y Desarrollo territorial en Colombia de la Corporación de Derecho Privado Rimisp - Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural bajo esta figura se abre la posibilidad de que el modelo asociativo que se conforme en la zona del embalse del PHI pueda participar como formulador de proyectos del Órgano Colegiado de Administración y Decisión (OCAD) y ser designado como ejecutor, suscribir pactos territoriales y pactos funcionales, para permitir que los municipios puedan invertir en otras jurisdicciones, viabilizar proyectos de carácter regional y la cooperación horizontal lo que redundará en el cierre de brechas entre los municipios y la distribución de cargas y beneficios.

De acuerdo con lo anterior, uno de los grandes objetivos del Plan de Ordenamiento del Embalse y su implementación es consolidar una región funcional en un sistema de cuatro niveles: POE, POT, modelo de asociatividad y POD en un marco estratégico de ordenamiento territorial multinivel.

Como una apuesta inicial para la integración horizontal de los municipios de la zona del embalse, EPM y la Universidad Nacional con el acompañamiento de la Secretaría de Turismo de la Gobernación de Antioquia, tienen como objetivo la formulación de un Plan Territorial de Turismo para articular visiones y acciones, iniciar la estructuración de la institucionalidad y las estrategias necesarias a mediano y largo plazo que permitan el crecimiento ordenado del sector maximizando beneficios y minimizando impactos.

Bajo este marco de actuación el PHI está atendiendo adecuadamente las demandas que se expresan en el documento 20 años de ordenamiento territorial en Colombia: experiencias, desafíos y herramientas para los actores territoriales (Contreras, 2017, p. 104), donde se hace un balance sobre experiencias y desafíos asociados con la ruralidad mencionando tres puntos principales: 1) falta de correspondencia entre las vocaciones de los territorios, la realidad y lo establecido en la norma; 2) mucha generalidad normativa para planear e intervenir la ruralidad; y 3) poca identificación de impactos de los proyectos de interés nacional en los suelos rurales.

Por otra parte, con la formulación e implementación del POE y su inclusión en el ordenamiento del territorio, mediante la actualización de los instru-

mentos municipales de ordenamiento territorial, el PHI está haciendo un aporte fundamental a la zona en esta década de acción hacia el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): ODS 1 Fin de la pobreza, ODS 11 Ciudades y comunidades sostenibles y ODS 13 Acción por el clima; específicamente se aporta a las metas 1.5 relacionada con la reducción de la vulnerabilidad a los fenómenos extremos relacionados con el clima; 11.5 relacionada con la reducción del número de muertes y pérdidas económicas causadas por los desastres relacionados con el agua; 11.b relacionada con la implementación de políticas y planes para la mitigación y adaptación al cambio climático; y 13.1 relacionada con el fortalecimiento de la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales.

En perspectiva, la formulación e implementación del Plan de Ordenamiento del Embalse se convierte en un referente a nivel nacional para cualquier proceso de inclusión en el territorio de los proyectos de infraestructura de gran impacto territorial que se desarrollen en el país.

Conclusiones

La identificación de los usos potenciales, compatibles y complementarios a los usos principales de los embalses no se limita únicamente a los que se puedan presentar en el espejo de agua, sino que también involucra al territorio aledaño a estos, por lo que se hace necesario hacer un análisis sistémico de cómo estas actividades pueden impactar el territorio, así como las posibilidades que este puede ofrecer para su desarrollo y sostenibilidad.

Para la identificación de estos usos es clave partir de la identificación y valoración de los riesgos

que se presentan en el territorio, además de la identificación de las restricciones de tipo ambiental y normativo.

En el caso del embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango, los usos compatibles y complementarios identificados son la navegación y la pesca dentro del espejo de agua, y actividades relacionadas con el ecoturismo para las zonas adyacentes.

Estas nuevas potencialidades del territorio generarán una dinamización y un cambio de

las economías locales, situación que se debe aprovechar para mejorar las condiciones de desarrollo de las comunidades.

Para la inclusión de las nuevas dinámicas económicas territoriales es de vital importancia hacer partícipes a las comunidades en estos procesos y que sean estas las protagonistas en la definición de la visión, planeación y construcción de su propio desarrollo, teniendo en cuenta que estas nuevas actividades también pueden generar impactos socioeconómicos adicionales asociados al turismo principalmente.

Teniendo en cuenta esto, la correcta implementación de las determinaciones de orden territorial y su articulación es fundamental para que los actores

que convergen en el territorio tengan una hoja de ruta común en la concurrencia de actividades e intereses mediante la alineación de los instrumentos de ordenamiento territorial a escala municipal, supramunicipal y departamental con el objetivo de aumentar la capacidad del territorio en la toma de decisiones.

Es así como el Plan de Ordenamiento del Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango es un referente importante en el proceso de inclusión territorial para grandes proyectos de infraestructura que se desarrollen en el país.

Referencias

- Ley 1454 de 2011. [Congreso de Colombia] *Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial*. 28 de junio de 2011. <https://bit.ly/499ZLcJ>
- Congreso de la República de Colombia. Ley 388 de 1997 [Congreso de Colombia]. *Ley de ordenamiento territorial*. 18 de julio de 1997. <https://rebrand.ly/y7nu2dx>
- Contreras Ortiz, Y. (2017). *20 años de ordenamiento territorial en Colombia: experiencias, desafíos y herramientas para los actores territoriales*. (U. N. Colombia, Ed.) Obtenido de <https://rb.gy/tdp52y>
- Corporación de Derecho Privado Rimisp - Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. (2020). *Reflexiones sobre Ordenamiento y Desarrollo territorial en Colombia*. Obtenido de <https://rb.gy/0pxcc6>
- IDEAM. (2011). *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal escala 1:100.000*. Obtenido de <https://rb.gy/xbbgcl>
- Resolución 1034 de 2009 [Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial]. *Por la cual se resuelve un recurso de reposición en contra de la Resolución 155 del 30 de enero de 2009*. 4 de junio de 2009. <https://rebrand.ly/r3fclu3>
- Resolución 1891 de 2009. [Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.] *Por la cual se modifica una licencia ambiental*. 1 de octubre de 2009. <https://rb.gy/af3i8o>
- Auto 3929 del 2010. [Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial]. 2 de noviembre de 2010.
- Organización de las Naciones Unidas. (2023). *Día Mundial de la Resiliencia del Turismo*. Obtenido de <https://rb.gy/ypjcwmm>
- Decreto 1807 del 2014 [Presidencia de la República]. *Por el cual se reglamenta el artículo 189 del decreto Ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordena-*

miento territorial y se dictan otras disposiciones. 19 de septiembre de 2014 <https://rebrand.ly/a02hlwu>

- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD. (1993). Obtenido de <https://rb.gy/pgt-tey>

Cómo citar este artículo:

Velásquez, R. (2023). Inclusión del Proyecto Hidroeléctrico Ituango en el Ordenamiento Territorial. Oportunidades para el Desarrollo Sostenible. *Revista EPM*, (22), 32-43.



La computación cuántica: introducción, teoría y aplicaciones

Quantum computing: introduction, theory and applications

**Rubén Darío
Trejos Ramírez**
Gerencia Proyectos SE
y Líneas

ruben.trejos@epm.com.co

**Rafael Darío
Hernández Bustamante**
Gerencia Proyectos SE
y Líneas

rafael.hernandez@epm.com.co

**Jhon Bayron
Agudelo Rendón**
Dirección Proyectos
Subestaciones y Líneas 2

jhon.bayron.agudelo@epm.com.co

Resumen

La computación cuántica, una rama revolucionaria de la informática, ha experimentado un desarrollo significativo a lo largo de su historia. Surgió en la década de 1980 cuando Richard Feynman y David Deutsch propusieron que las leyes de la mecánica cuántica podrían aprovecharse para realizar cálculos de manera más eficiente que las computadoras clásicas. Uno de los pilares fundamentales de la computación cuántica es el concepto de qubits, que, a diferencia de los bits clásicos, que solo pueden tener valores de 0 o 1, los qubits pueden existir en múltiples estados simultáneamente debido al principio de superposición cuántica. La teoría matemática

que sustenta la computación cuántica se basa en la mecánica cuántica y utiliza herramientas matemáticas avanzadas como matrices y vectores para describir la evolución de los estados cuánticos. Dentro de la computación cuántica, los algoritmos cuánticos han sido desarrollados para abordar problemas específicos de manera más eficiente que sus contrapartes clásicas. Las aplicaciones de la computación cuántica son diversas y prometedoras. Desde la simulación de sistemas cuánticos complejos hasta la optimización de problemas logísticos, la computación cuántica tiene el potencial de transformar industrias enteras una de ellas, los servicios públicos.

Palabras clave:

Mecánica, Cuántico, Qubits, Información, Algoritmos.

Keywords:

Mechanics, Quantum, Qubit, Information, Algorithms.

Introducción

La computación cuántica es una forma emergente de la informática que se enfoca en el uso de los principios de la mecánica cuántica para procesar información. Esta nueva forma de computación ofrece la promesa de realizar cálculos más rápido y de una manera mucho más eficiente que los computadores convencionales. Esto se debe a que en la computación cuántica se aprovechan los fenómenos cuánticos, tales como el efecto túnel y el entrelazamiento cuántico, para alcanzar una capacidad computacional mucho mayor que en los computadores tradicionales.

Una de las diferencias más importantes entre los computadores clásicos y los computadores cuánticos es que los primeros usan bits para representar la información en forma de unos y ceros, mientras que los computadores cuánticos utilizan qubits, que pueden representar simultáneamente varios estados.

Esta tecnología permite a los computadores cuánticos resolver problemas muy complejos de manera más eficiente que los computadores clásicos. Por

ejemplo, la factorización de números grandes, un problema clave en la criptografía el cual se puede resolver más rápido en un computador cuántico ya que al tener el qubit permite manejar un mayor número de información por cálculo permitiendo a los computadores cuánticos tener la capacidad de simular sistemas complejos, lo que es útil en áreas como la química, los materiales, la medicina y la seguridad informática, en donde se pueden investigar desde nuevos materiales, hasta nuevas tecnologías de encriptado de información (Braunstein, 2000).

Sin embargo, aún hay desafíos importantes en el desarrollo de la computación cuántica. Uno de ellos es la estabilidad de los qubits, que son propensos a la interferencia y a la pérdida de información debido a la naturaleza cuántica de la materia. Además, la programación de los computadores cuánticos es un desafío, ya que los programas cuánticos son muy diferentes a los programas clásicos y requieren una nueva forma de pensar y abordar los problemas.

Historia

La historia de la computación cuántica comienza en el siglo XX, cuando los físicos y matemáticos comenzaron a estudiar la mecánica cuántica, una teoría que describe el comportamiento de las partículas a nivel subatómico. En la década de 1930, el matemático y físico teórico John von Neumann propuso la idea de utilizar los principios de la mecánica cuántica para construir una nueva forma de computación (Kaye et al., 2007).

Sin embargo, la tecnología necesaria para construir un computador cuántico no estaba disponible en ese momento. Fue hasta la década de 1980 cuando los investigadores comenzaron a desarrollar tecnologías específicas para construir computadores

cuánticos, como los qubits, los componentes básicos de los computadores cuánticos.

En la década de 1990, los investigadores comenzaron a demostrar la capacidad de los computadores cuánticos para resolver problemas importantes. En 1994, el matemático Peter Shor demostró que los computadores cuánticos podían resolver el problema de la factorización de números mucho más rápido que los computadores clásicos, lo que sentó las bases para la investigación en seguridad de la información cuántica. Desde entonces, la investigación en la computación cuántica ha continuado a un ritmo acelerado. Actualmente, las empresas tecnológicas y los investigadores universitarios están trabajando

juntos para desarrollar tecnologías y aplicaciones de computación cuántica.

Aunque todavía hay varios desafíos importantes que superar, la computación cuántica tiene el potencial de transformar muchos aspectos de la sociedad,

desde la seguridad de la información hasta la investigación médica. Para entender mejor la potencia de los computadores cuando es indispensable entender la potencia e importancia del qubit.

Qubit

Un qubit es la unidad básica de información en un computador cuántico. A diferencia de los bits en un computador clásico, que solo pueden tener dos estados (0 o 1), los qubits pueden estar en un estado superpuesto de 0 y 1 al mismo tiempo. Este compor-

tamiento cuántico permite a los computadores cuánticos procesar y almacenar información de manera más eficiente que los computadores clásicos (Hughes et al., 2021).

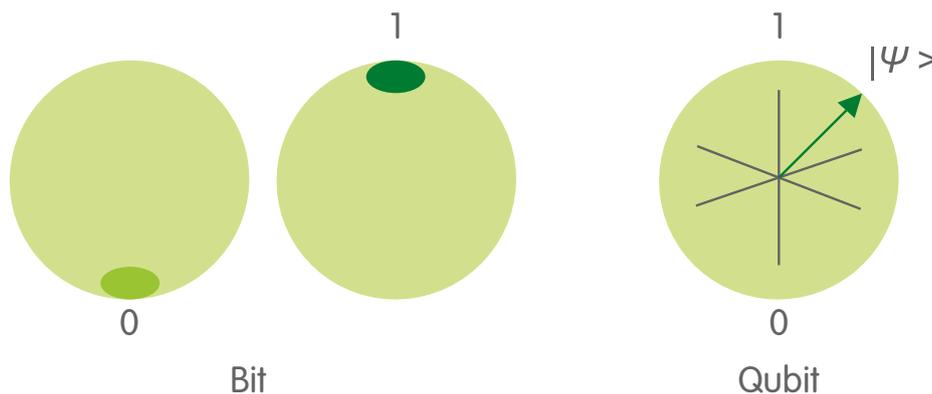


Figura 1. Interpretación gráfica de un Bit y Qubit.

Un qubit $|\psi\rangle$ puede estar en el estado $|0\rangle$, estado $|1\rangle$ o una superposición de ambos estados $|0\rangle$ o $|1\rangle$. Lo anterior se puede escribirse matemáticamente así:

$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$$

Además, los qubits pueden estar conectados entre sí a través de entrelazamiento cuántico, lo que permite a los computadores cuánticos procesar varios qubits de información simultáneamente. Este comportamiento, conocido como paralelismo cuántico, es una de las principales razones por las que los computadores cuánticos tienen la capacidad de resolver problemas más rápido que los computadores

clásicos, escalando exponencialmente el volumen de información y la velocidad a la que esta se procesa.

Una de las tecnologías más prometedoras con la que se están fabricando los actuales computadores cuánticos es el trasmon (Blais et al., 2004), que es el equivalente al transistor en una computadora tradicional. Se trata de sistemas oscilatorios semejantes a circuitos LC, usando materiales superconductores (pares de Cooper) y uniones de Josephson. El trasmon responde entonces a frecuencias de resonancia, pero a diferencia de un circuito oscilatorio LC normal, este presenta frecuencias de resonancia muy definidas, similares a los orbitales de un átomo. De

este modo, se puede crear un sistema físico que se comporta como un qubit, permitiendo almacenar la unidad básica de información cuántica. Al unir varios

de estos trasmon se pueden conformar compuertas lógicas, a través de las cuales se realizan los cálculos computacionales.

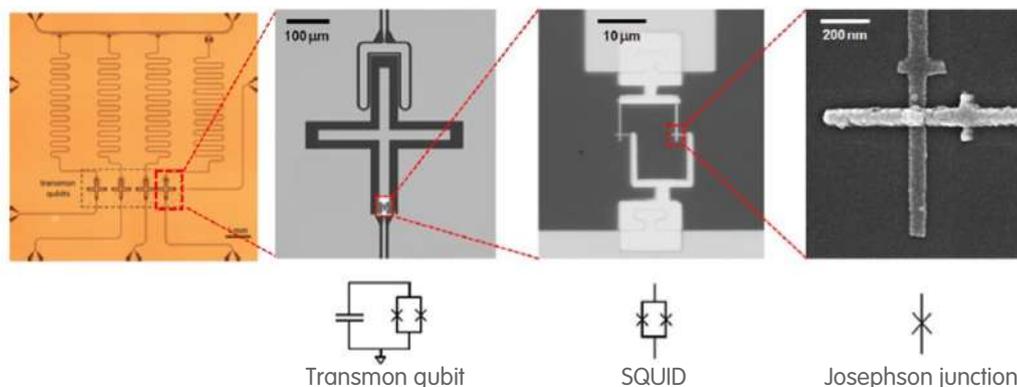


Figura 2. Imágenes de un transmon Qubit de frecuencia sintonizable. (Roth et al., 2023).

La forma de controlar los trasmon es mediante campos magnéticos (SQUID, dispositivo superconductor de interferencia cuántica) que pueden alterar las frecuencias a las que puede oscilar el trasmon. Además, mediante pulsos de microondas es posible colocar el trasmon en superposición, lo que significa que el trasmon oscile en dos frecuencias a la vez, donde una frecuencia corresponderá al 1 y la otra al 0. Esto permite usar los trasmon para almacenar la unidad básica de información cuántica, y así poder realizar los cálculos necesarios para un computador cuántico.

Las principales limitaciones de esta tecnología son los tiempos de coherencia y la escalabilidad en la

fabricación de los circuitos cuánticos, que forman e interconectan a los trasmon. Los tiempos de coherencia son el tiempo que tarda el sistema en perder información por los efectos de desfase, que pueden deberse a una variedad de factores como el ruido de carga, el ruido de corriente crítica, el ruido de flujo y la intoxicación por cuasipartículas. El objetivo es mejorar estos tiempos de coherencia para permitir la corrección de errores y la computación cuántica escalable. El diseño del trasmon debería permitir tiempos de coherencia significativamente mejores que los de un CPB (Cooper Pair Box) gracias a su reducción en la sensibilidad al ruido de carga, aunque aún deben ser mejorados y poder tener procesos de manufactura consistentes.

Teoría matemática de la computación cuántica

La computación cuántica se basa en la mecánica cuántica, que es una teoría física que describe el comportamiento de los sistemas cuánticos. La representación matemática de un qubit se hace mediante un vector estado en un espacio de Hilbert, que describe las probabilidades de encontrar

el sistema en cualquiera de sus posibles estados cuánticos (Nielsen y Chuang, 2010).

Además, las operaciones en un computador cuántico se describen mediante transformaciones unitarias en el espacio de Hilbert, que preservan la

normalización y la probabilidad total del estado del sistema. Estas operaciones incluyen la rotación de qubits, la superposición y la interferencia cuántica.

El espacio vectorial de Hilbert es completo, lo que significa que cualquier sucesión convergente tiene una suma que también converge. Esta propiedad es fundamental para la definición y estudio de funciones de onda, que son esenciales en la mecánica y la teoría cuánticas de campos.

En resumen, la fórmula matemática para la computación cuántica incluye conceptos como vectores estado, espacios de Hilbert, transformaciones unitarias y probabilidades cuánticas. Estos conceptos matemáticos permiten a los investigadores describir y controlar el comportamiento de los qubits y los computadores cuánticos.

Hay muchas ecuaciones matemáticas que se utilizan en la computación cuántica. Según Watrous (2018) algunas de las más importantes incluyen:

1. Ecuación de Schrödinger: es la ecuación fundamental de la mecánica cuántica que describe cómo evoluciona un sistema cuántico en el tiempo.

2. Ecuación de Heisenberg: describe la incertidumbre cuántica en las posiciones y las velocidades de las partículas.

3. Transformada de Fourier cuántica: se utiliza para describir la evolución de un sistema cuántico en el tiempo y su relación con el espacio.

4. Teorema de no clonación: establece que es imposible clonar con precisión un estado cuántico.

5. Teorema de superposición: establece que un sistema cuántico puede estar en varios estados a la vez.

6. Teorema de interferencia cuántica: describe cómo dos o más ondas cuánticas pueden interactuar y producir una interferencia constructiva o destructiva.

Estas ecuaciones son esenciales para comprender cómo funciona la computación cuántica y para desarrollar algoritmos cuánticos efectivos.

Algoritmos de computación cuántica

Hay varios algoritmos importantes en la computación cuántica que se utilizan para resolver problemas específicos. Según expresa Montanaro (2016), algunos de los algoritmos más conocidos incluyen:

1. Algoritmo de Shor: utiliza el paralelismo cuántico para factorizar números grandes en tiempos más cortos que los algoritmos clásicos.

2. Algoritmo de Grover: utiliza técnicas de interferencia cuántica para buscar un elemento en una lista de manera más eficiente que los algoritmos clásicos.

3. Algoritmo de HHL: utiliza técnicas cuánticas para resolver sistemas lineales de ecuaciones de manera más eficiente que los algoritmos clásicos.

4. Algoritmo de Simon: utiliza técnicas cuánticas para detectar patrones en una secuencia de bits.

Estos algoritmos son solo un ejemplo de las muchas aplicaciones de la computación cuántica, y los investigadores están continuamente desarrollando nuevos algoritmos para resolver una amplia gama de problemas.

Aplicaciones en los servicios públicos

La computación cuántica como campo de investigación emergente está ganando terreno en la ingeniería, lo que conlleva a su aplicación en la prestación de servicios públicos, con el objetivo de garantizar un suministro confiable, continuo y de calidad de agua, gas y electricidad. Según Harrow et al. (2009), algunas aplicaciones incluyen:

1. Optimización de sistemas: la capacidad de paralelización de los computadores cuánticos permite la optimización de sistemas eléctricos y demás tipologías de redes complejas, como las que se pueden presentar en las redes de distribución de acueducto, en tiempos más cortos que los métodos clásicos.

2. Análisis de datos: los algoritmos cuánticos pueden procesar grandes cantidades de datos en tiempos cortos, lo que los hace útiles para aplicaciones como el análisis de señales eléctricas y la detección de patrones en datos de medidores de consumos en electricidad, agua y gas.

3. Criptografía cuántica: la criptografía cuántica utiliza la naturaleza cuántica de la información para ofrecer un nivel de seguridad mayor que los métodos clásicos de cifrado. Lo que permitiría mejorar la seguridad cibernética, dado que es una preocupación cada vez mayor para la prestación de los servicios públicos, y la computación cuántica puede ser utilizada para desarrollar soluciones más seguras para la protección de los datos y la infraestructura crítica.

4. Modelado climático: la computación cuántica puede ser utilizada para desarrollar modelos climáticos más precisos, lo que es fundamental para la planificación y la toma de decisiones en cuanto a la mitigación y la adaptación al cambio climático y a la evaluación de proyectos de generación, además de proyectar la disponibilidad de recursos vitales para la correcta prestación de los servicios públicos.

5. Optimización de la infraestructura: la capacidad de la computación cuántica para resolver problemas complejos de optimización puede ser utilizada para planificar y optimizar la infraestructura de servicios públicos, como puede ser el diseño y disposición de subestaciones, líneas de transmisión, sistemas de bombeos y dimensionamiento más preciso de plantas de potabilización y tratamiento de aguas residuales.

6. Optimización de la logística en la distribución de gas utilizando técnicas cuánticas avanzadas y predicción y gestión de demanda en tiempo real con la computación cuántica en redes de gas.

En resumen, la computación cuántica ofrece una amplia gama de oportunidades en la ingeniería y se espera que tenga un impacto significativo en una variedad de aplicaciones en el futuro. Otras aplicaciones de la computación cuántica son la investigación, diagnóstico y tratamiento de enfermedades, los modelos de predicción de enfermedades e imágenes médicas.

Desarrollos actuales

IBM

IBM es una de las principales empresas que ha desarrollado computadoras cuánticas. La compañía ha estado trabajando en la tecnología cuántica desde hace muchos años y ha logrado importantes

avances en este campo. En 2016, IBM presentó su primera computadora cuántica comercial, el IBM Q Experience, que permitía a los usuarios conectarse a una computadora cuántica real a través de internet y realizar experimentos cuánticos.

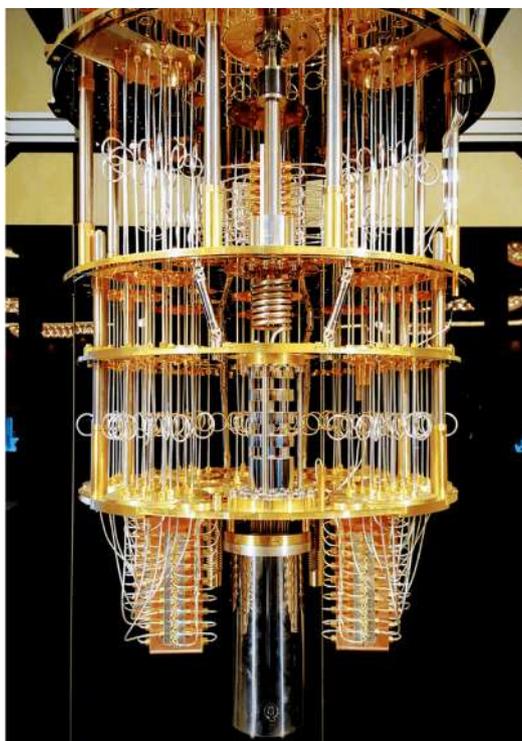


Figura 3. Computador cuántico desarrollado por IBM. Recuperado de: <https://rb.gy/q4so0>

Desde entonces, IBM ha seguido desarrollando y mejorando sus sistemas cuánticos. Actualmente, la empresa cuenta con varios modelos de computadoras cuánticas, incluyendo el IBM Q System One, que es un sistema cuántico integrado en un gabinete diseñado para su uso en empresas y laboratorios de investigación (Deutsche Welle [DW], 2021). IBM también ofrece herramientas y recursos para ayudar a los desarrolladores y científicos a trabajar

con la tecnología cuántica. Por ejemplo, la plataforma IBM Quantum permite a los usuarios diseñar y ejecutar algoritmos cuánticos y experimentos, así como acceder a tutoriales y documentación. También ha creado una comunidad abierta de investigadores y desarrolladores de computación cuántica para fomentar la colaboración y el intercambio de conocimientos.

Google

Google es otra de las principales empresas que ha invertido en la investigación y el desarrollo de la computación cuántica. La empresa ha trabajado en esta tecnología desde hace muchos años y ha hecho importantes avances en el campo.

En 2019, Google anunció que había alcanzado una supremacía cuántica al demostrar que su

computadora cuántica Sycamore podía realizar un cálculo en unos pocos minutos que llevaría miles de años a una computadora clásica convencional. Este logro fue un hito significativo en la computación cuántica y sugiere que esta tecnología podría transformar radicalmente la forma en que procesamos la información.

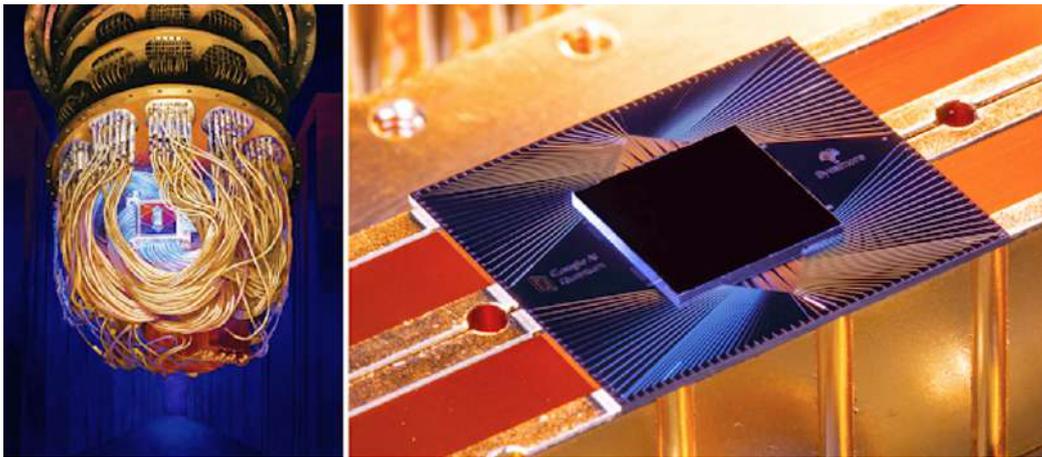


Figura 4. Izquierda: interpretación artística del procesador Sycamore Derecha: Fotografía del procesador Sycamore. Recuperado de: (Martinis y Boixo, 2019).

Google también ha desarrollado una plataforma de software para la computación cuántica llamada TensorFlow Quantum, que permite a los desarrolladores entrenar modelos de aprendizaje automático en computadoras cuánticas y clásicas de

manera integrada. La empresa también ha creado una comunidad abierta para desarrolladores y entusiastas de la computación cuántica llamada Quantum AI.

Conclusiones

En conclusión, la computación cuántica es un campo de investigación en rápida evolución que tiene el potencial de revolucionar la forma en que resolvemos problemas. Las computadoras cuánticas utilizan los principios de la mecánica cuántica para realizar cálculos de forma más eficiente que

las computadoras clásicas. Esto se debe a que los qubits, los bits cuánticos, pueden estar en un estado de superposición, lo que significa que pueden representar dos valores a la vez. Esta característica posibilita que las computadoras cuánticas realicen cálculos que serían imposibles o demasiado cos-

tosos para las computadoras clásicas. Además, los algoritmos utilizados para la programación de los computadores tradicionales pueden adaptarse para ser utilizados en las computadoras cuánticas, lo que representa una ventaja desde el punto de vista técnico. Todo esto permitirá una eficiencia y optimización en áreas de ingeniería, medicina, prestación de los servicios públicos, entre otros, en la próxima década. Sin embargo, la computación cuántica presenta una serie de desafíos signifi-

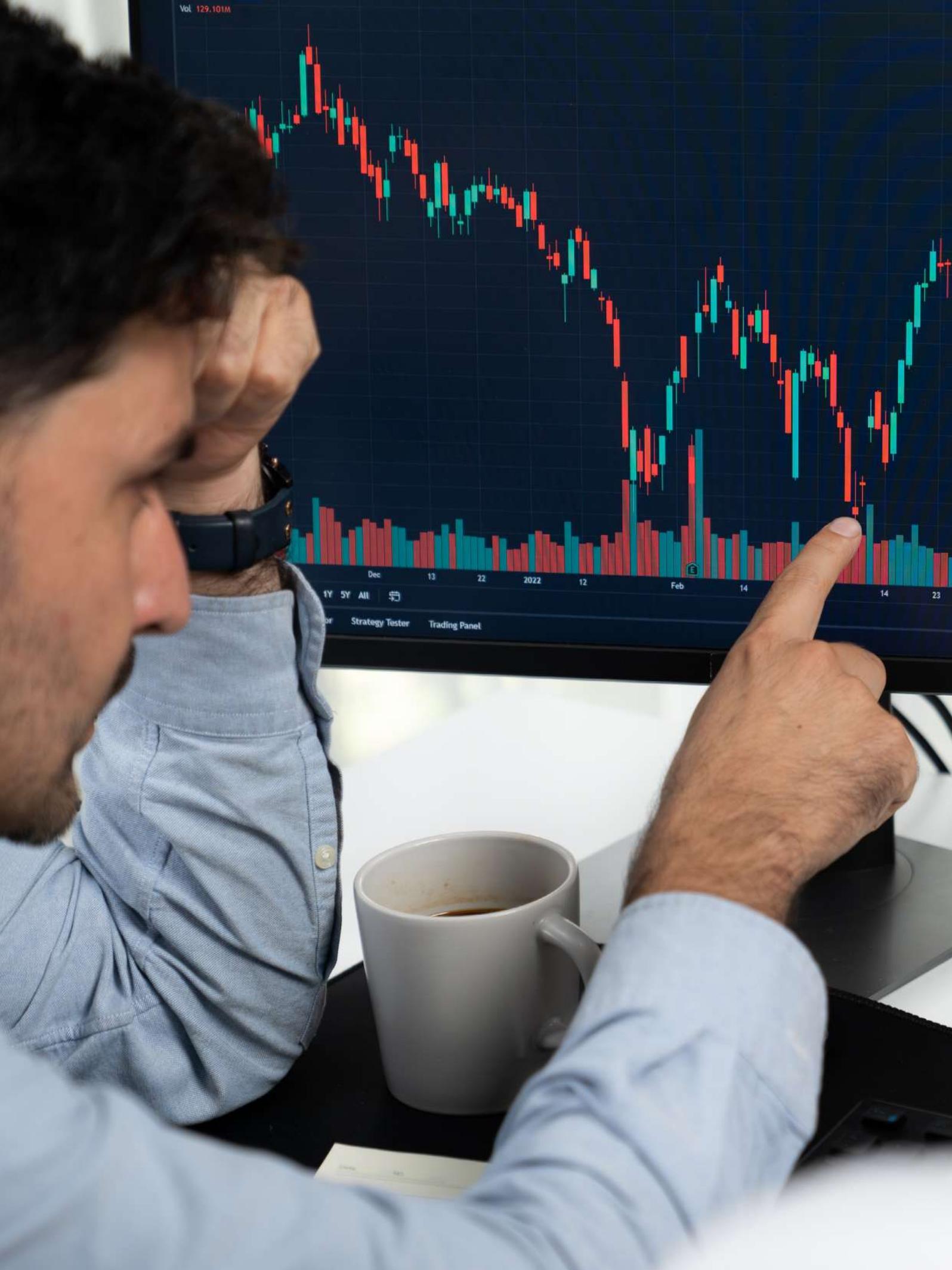
cativos que deben superarse para aprovechar su pleno potencial, entre los cuales se encuentra la escalabilidad (Construir sistemas cuánticos con un gran número de Qubits), crear y manipular qubits de manera confiable y establecer estándares comunes y herramientas de desarrollo robustas facilitarían la adopción generalizada de la computación cuántica, así como la determinación en que problemas es más adecuado y óptimo la resolución cuántica.

Referencias

- Blais, A., Huang, R., Wallraff, A., Girvin, S. y Schoelkopf, R. (2004). Cavity quantum electrodynamics for superconducting electrical circuits: An architecture for quantum computation. *Physical Review A*, 69(6), 062320-1 - 062320-14. <https://rb.gy/2ar7n>
- Braunstein, S. (2000). *Quantum computing - Where do we want to go tomorrow*. Wiley-VCH.
- Deutsche Welle-DW. (16 de 11 de 2021). IBM crea el ordenador cuántico más potente de la historia. <https://rb.gy/fenurg>
- Harrow, A., Hassidim, A. y Lloyd, S. (2009). Quantum algorithm for linear systems of equations. *Physical Review Letters*, 103(15). <https://rb.gy/brxtf5>
- Hughes, C., Isaacson, J., Perry, A., Sun, R. y Turner, J. (2021). *Quantum computing for the quantum curious*. Springer. <https://rb.gy/gumle>
- Kaye, P., Laflamme, R. y Mosca, M. (2007). *An introduction to quantum computing*. Oxford University Press. <https://rebrand.ly/bsaloni>
- Montanaro, A. (2016). Quantum algorithms: an overview. *npj Quantum Information*, 2, (15023), 1-9. <https://rb.gy/ijogr>
- Nielsen, M., y Chuang, I. (2010). *Quantum computation and quantum information*. Cambridge University Press. <https://rb.gy/vcjle>
- Roth, T., Ma, R. y Chew, W. (2021). The transmon qubit for electromagnetic engineers: An introduction. *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, 69(2), 8-20. <https://rb.gy/io9sw>
- Watrous, J. (2018). *The theory of quantum information*. Cambridge University Press. <https://rb.gy/rcqqk>

Cómo citar este artículo:

Trejos, R., Hernández, R. y Agudelo, J. (2023). La computación cuántica: introducción, teoría y aplicaciones. *Revista EPM*, (22), 44-53.



Vol. 129.101M

Dec 13 22 2022 12 Feb 14 14 23
1Y 5Y All
Strategy Tester Trading Panel

Derivex: Mercado de Derivados Estandarizados de Commodities Energéticos

Standardized derivatives market for energy commodities

Ángela María

Roldán Arango

Unidad Transacciones
Comercialización Energía

Gised Paola

Silva Rojas

Unidad Transacciones
Comercialización Energía

Hernán Darío

Puerta León

Unidad Transacciones
Comercialización Energía

Sebastián

Mejía Soto

Unidad Transacciones
Comercialización Energía

dep01337501@epm.com.co

Resumen

Derivex es un Mercado de Derivados Estandarizados de Commodities Energéticos cuyo propósito es entregar soluciones eficientes y confiables a los agentes participantes del sector eléctrico con el fin de obtener contrataciones eficientes de cobertura de precios, a través de un mercado anónimo y estandarizado de contratos de futuros de energía eléctrica. Estas contrataciones son acuerdos donde dos partes (vendedor y comprador) se comprometen a intercambiar un activo financiero a un precio y cantidad determinada de energía eléctrica en una fecha futura. Estas contrataciones se realizan en un sistema de negociación anónimo, que garantiza igualdad de condiciones, sin riesgo de contraparte.

En su estructura, el mercado Derivex ofrece a sus participantes un ambiente de negociación seguro, que facilita la libre competencia, la transparencia y la neutralidad de la participación, mitigando el riesgo de incumplimiento de los contratos y generando al mercado eficiencias operativas a través de sistemas de negociación y de administración de riesgo financiero.

El mecanismo Derivex permite diversificar la canasta energética y fomentar la competencia en el mercado de comercialización de energía, con el fin de trasladar precios eficientes y competitivos al usuario final en su factura de energía eléctrica.

Palabras clave:

Futuro de energía eléctrica, Comercialización de energía, Negociación futuros de energía, Subastas de energía, Precios de energía, Cámara de compensación, Cubrimiento de precios, Volatilidad de precios, Plataformas de negociación de energía, Contratos de energía.

Keywords:

Electric energy futures, Energy marketing, Energy futures trading, Energy auctions, Energy prices, Clearing house, Price coverage, Price volatility, Energy trading platforms, Energy contracts.

Introducción

La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) ha posibilitado a los comercializadores de energía el uso del mecanismo Derivex (futuro financiero de energía eléctrica), en la búsqueda de diversificar la canasta energética, fomentar la competencia en las compras de energía para el mercado regulado, y lograr precios eficientes en el componente de generación, el cual pesa en promedio un 34% en la formación del Costo Unitario de prestación del servicio de energía (CU) que se refleja en la factura del usuario final.

¿Qué es Derivex?

Derivex es un mercado de derivados estandarizados de commodities energéticos, en el que se permite realizar contrataciones de futuros de energía eléctrica a través de un mecanismo anónimo, donde el activo subyacente es la energía eléctrica (específicamente el precio de bolsa de energía). Todas las operaciones bajo este mecanismo son liquidadas y compensadas a través de una Cámara de Riesgo Central de Contraparte (CRCC).

El mecanismo para la comercialización de energía eléctrica cuenta con un conjunto de reglas de tipo comercial, de acuerdo con las exigencias solicitadas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), con el fin de permitir una libre interacción entre oferentes y demandantes cuyo resultado sea la suscripción de contratos estandarizados de compra y/o venta de energía eléctrica.

Entre las características más relevantes está la pluralidad para garantizar la concurrencia eficiente de múltiples agentes (oferta y demanda); la estandarización, donde los precios y las cantidades

Derivex es una nueva forma de cubrirse de la volatilidad de los precios en la bolsa, permitiendo un aseguramiento de precios. Se busca perfeccionar el entendimiento del uso y funcionamiento del mecanismo y mostrar la importancia de dinamizar el mismo por parte de los agentes del mercado (compradores y vendedores) para lograr eficiencia en los precios que se trasladan al usuario final regulado.

se determinan de manera objetiva y verificable; la simplicidad en procedimientos y resultados; la disponibilidad de información clara, precisa y observable que faciliten las auditorías por parte de las entidades correspondientes; la acreditación de todos los agentes para participar en el mecanismo; el anonimato de oferentes y demandantes con el fin de que no se vea afectada la asignación de cantidades y la formación del precio; la seguridad operativa para garantizar la operación de manera continua; la gestión del riesgo por los incumplimientos; la información necesaria para valoración de riesgos de los agentes del Mercado de Energía Mayorista (MEM) para la valoración y monitoreo del riesgo por parte de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) y la adaptabilidad al mercado en cuanto al marco regulatorio vigente, donde se debe incluir esquemas de solución de controversias y ajustes regulatorios en los contratos.

Los principales beneficios de este mecanismo se pueden resumir a continuación:

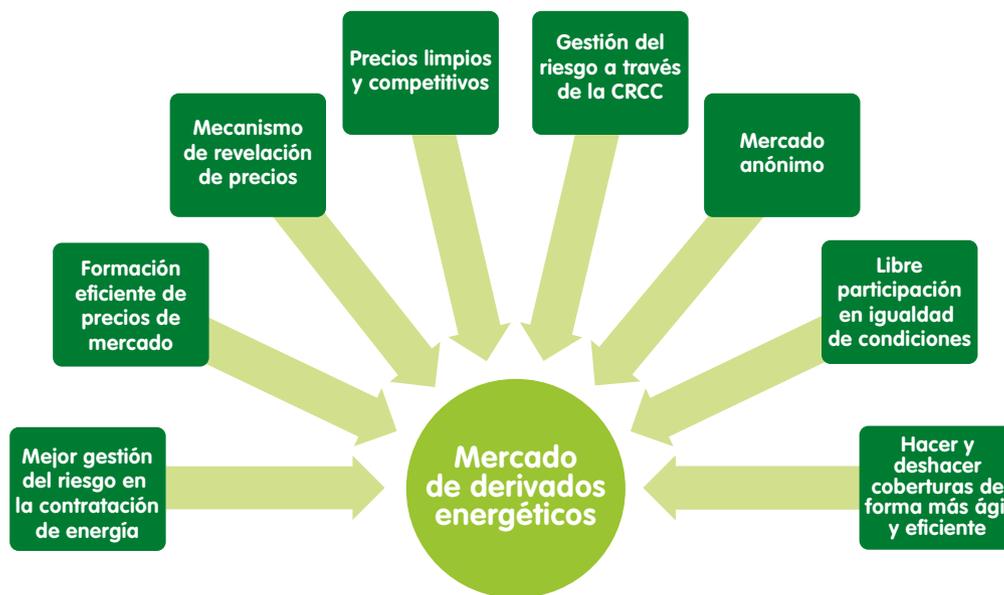


Figura 1. Beneficios Mecanismo Derivex.

¿Cuál es la importancia del mecanismo?

El usuario final regulado de energía eléctrica recibe en su factura un costo unitario de prestación del servicio denominado CU (\$/kWh), el cual, al ser multiplicado por las unidades consumidas del usuario, se obtiene el valor a pagar por parte de éste. El CU contiene los componentes de la cadena productiva y remunerativa del \$/kWh así:

$$CU = G + T + D + C + Pr + R$$

G= Costo de generación correspondiente al valor de las compras de energía.

T= Costo por el uso del Sistema Nacional de Transmisión (STN)

D= Costo por el uso de la red de distribución

C= Cobro por el servicio de comercialización

Pr= Costo de pérdidas

R= Costo de restricciones

El componente **G** del costo unitario, cuenta con una participación promedio del 34% en la formación del CU, remunera la energía comprada por el comercializador para atender la demanda regulada. Este componente se transa y remunera a través del

Mercado de Energía Mayorista (**MEM**), en el cual se llevan a cabo las diferentes transacciones por parte del comercializador, considerado el representante del usuario final. Este mercado cuenta con diferentes opciones de compra de energía como son los contratos bilaterales mediante convocatorias públicas que se hacen a través de la plataforma del Sistema Centralizado de Información de Convocatorias Públicas (**SICEP**) de X.M.; contratos resultantes de las subastas de FNCER (Fuentes No Convencionales de Energía Renovable) del Ministerio de Minas y Energía; la compra de excedentes de autogeneración y las compras en bolsa. Esta última forma de comprar energía es muy fluctuante en el corto plazo ya que depende de la disponibilidad de los recursos de generación y consumo de los usuarios, lo anterior trae como consecuencia una alta exposición a la volatilidad de los precios en el corto plazo y, por tanto, mucha incertidumbre asociada a esa volatilidad.

Teniendo en cuenta lo anterior, la CREG en su búsqueda por diversificar la canasta energética viene implementando y estudiando otras fuentes de compra de energía como son Derivex, la Bolsa Mercantil (pendiente de aprobación), entre otras, con el fin de cubrirse de la volatilidad de los precios de la energía expuesta en bolsa y, en consecuencia, trasladar al usuario final precios eficientes y fomentar la competencia.

En efecto, la principal ventaja de las transacciones en Derivex es lograr una fijación de precios a futuro para mitigar el riesgo de las fluctuaciones de los precios de la bolsa en el tiempo y evitar trasladar al usuario precios ineficientes que se vean reflejados en el CU y, por tanto, en la factura de energía eléctrica que paga el usuario final. Como se puede ilustrar en la siguiente gráfica:

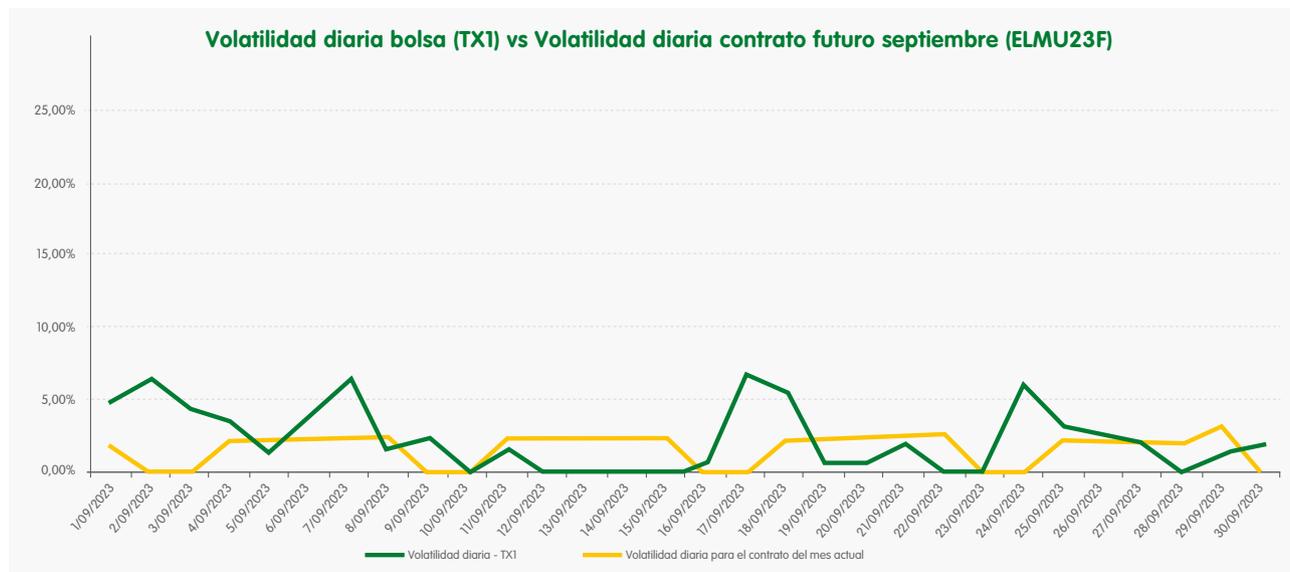


Figura 2. Volatilidad de precios. Recuperado de: (Derivex, 2023).

Nota: Para el mes de septiembre de 2023 la volatilidad mensual registrada del precio de bolsa nacional TX1 fue de 3,17% y la volatilidad mensual del

precio de cierre para el contrato del mes de septiembre de 2023 (ELMU23F) fue de 0,46%.

Base Legal

La Ley 964 de 2005, Ley de Valores, establece lo siguiente:

El Gobierno Nacional podrá reconocer la calidad de valor a los contratos y derivados financieros que tengan como subyacente energía eléctrica o gas combustible, previa información a la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), esta última tendrá en cuenta la incidencia de dicha determinación en el logro de los objetivos

legales que le corresponde cumplir a través de las funciones que le atribuyen las Leyes 142 y 143 de 1994, así como aquellas que las modifiquen, adicionen o sustituyan.

Según el Decreto 1796 de 2008

Por el cual se reglamentan las operaciones con instrumentos financieros derivados y productos estructurados, tanto en el mercado mostrador

como en sistemas de negociación de valores, realizadas por las entidades sometidas a inspección y vigilancia de la Superintendencia Financiera de Colombia y se dictan otras disposiciones. (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2018)

Los siguientes documentos y proyectos de resolución fueron partícipes activos de la intención de marcar un nuevo mecanismo de contratación, los principales fueron:

- Documento CREG 077 de 2008, Documento de Trabajo "Mercado Organizado para la Demanda Regulada – MOR.
- La Resolución CREG 023 de 2009 como propuesta regulatoria del Mercado Organizado -MOR.
- La Resolución CREG 069 de 2009, el Reglamento de la Subasta para la Asignación de Obligaciones de Energía del Mercado Organizado – MOR.
- La Resolución CREG 117 de 2013, Por medio de la cual adopta el Mercado Organizado, MOR, como parte del Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional.

Debido a lo planteado por la Ley 964, lo indicado por el Decreto 1796 de 2008, las diferentes propuestas regulatorias, y luego de más de 20 años utilizando como mecanismo de cubrimiento del riesgo de mercado la contratación bilateral;

la CREG; mediante el Documento 106-2017, propuso la implementación de un Mercado Anónimo Estandarizado –MAE, como un mecanismo adicional de contratación de energía. De acuerdo con la Comisión de Regulación de Energía y Gas, el MAE deberá ofrecer alternativas para que los agentes tengan la posibilidad de liquidar sus posiciones de manera fácil y rápida, para lo cual, el mecanismo deberá contar con

instancias de negociación con el objetivo central de la formación de precios eficientes de energía y la adecuada gestión del riesgo. (ANDI, 2018)

El Decreto 570 de 2018 estableció

los lineamientos de política pública para definir e implementar un mecanismo que promueva la contratación a largo plazo para los proyectos de generación de energía eléctrica y que sea complementario a los mecanismos existentes en el Mercado de Energía Mayorista. (Artículo 2.2.3.8.7.1).

Finalmente, mediante la Resolución CREG 114 de 2018 de la Comisión Regulación Energía y Gas, se "determinan los principios y condiciones generales que deben cumplir los mecanismos para la comercialización de energía eléctrica, para que sus precios sean reconocidos en el componente de Costo de Compras de energía al usuario regulado" y con ella la Resolución CREG 101 020 de 2022 que define la fórmula de traslado en el componente G del CU, para incluir las compras realizadas en Derivex.

¿Cómo funciona el mecanismo?



Figura 3. Funcionamiento del Mecanismo Recuperado de: (Derivex , 2020).

Los futuros de energía eléctrica, como futuros financieros, son contratos estandarizados que se negocian en bolsa de valores o en mercados organizados. Con estos contratos, se establece el compromiso de comprar o vender el subyacente correspondiente al precio de electricidad negociado en la bolsa de las 24 horas o fracciones de todos los días del mes. Estos productos financieros, se usan como herramienta para gestionar el riesgo en el mercado de energía, puesto que permiten a los agentes cubrirse de la volatilidad de los precios de bolsa. Estos futuros de energía son considerados valores de acuerdo con el parágrafo 4° del artículo 2° Concepto de Valor, de la Ley 964 de 2015.

Para entender en qué consiste el aseguramiento del precio de contratación en el mecanismo Derivex, analicemos el siguiente ejemplo: el comisionista compra un (1) kWh a un precio pactado de \$200 en un mes determinado y si al final del mes el precio de bolsa promedio está en \$250, entonces Derivex entrega \$50 (depósitos de margen) para que se pueda comprar en bolsa el (1) kWh. Por el contrario, si al final del mes, el precio de bolsa promedio está en \$150, entonces Derivex cobra \$50 (llamados de margen) ya que en un principio se pactó que se estaba dispuesto a pagar \$200 por un (1) kWh, ambas situaciones se pueden visualizar a continuación:

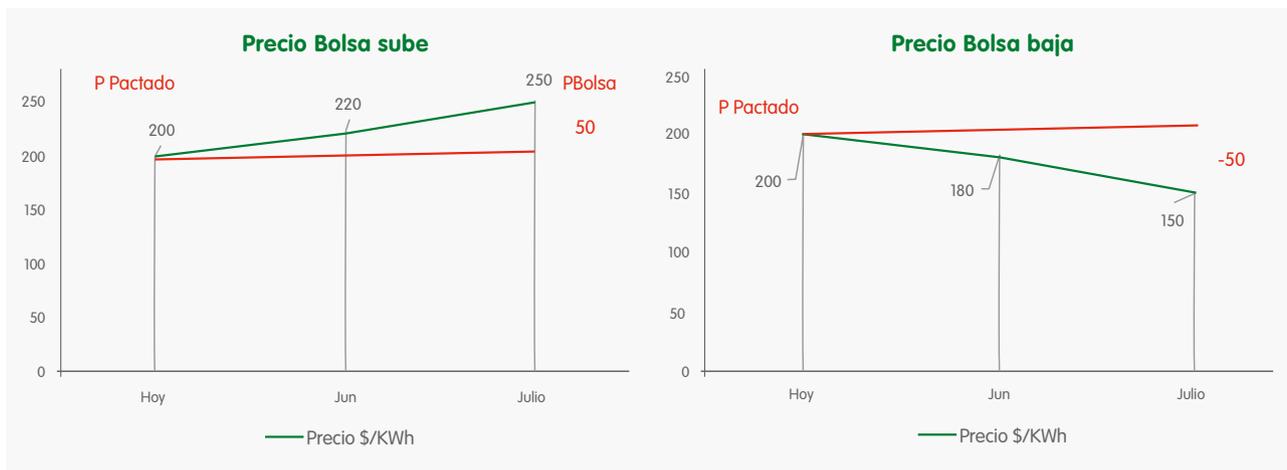


Figura 4. Comportamiento Precio de Bolsa de Energía Recuperado de: Unidad Transacciones Comercialización Energía de EPM, 2022.

Para el funcionamiento de este mecanismo se requiere la actuación conjunta de varios agentes como el regulador (Comisión de Regulación de Energía y Gas –CREG-) quien emite las resoluciones que estimulan la participación de los diferentes actores del mercado al permitir trasladar los precios del mecanismo al CU; la Cámara de Riesgo Central de Contraparte (CRCC) la cual presta el servicio de compensación como contraparte central de operaciones, con el propósito de reducir o eliminar

los riesgos de incumplimiento; un comisionista, el cual es un intermediario financiero que tiene la responsabilidad de dinamizar el mercado y brindar la información del mismo a sus clientes, buscando maximizar la utilidad de acuerdo a la posición en la que esté (comprador o vendedor), sin perder de vista el reglamento de funcionamiento de la Cámara de Riesgo Central de Contraparte; y los compradores y vendedores de futuros.

Procedimiento para las operaciones en Derivex

Inicialmente, por ser un mercado de futuros financieros, las transacciones se realizan a través de un intermediario financiero o comisionista. Por lo tanto, se requiere contratar los servicios de dicho agente, quien es el encargado de colocar las órdenes de intención de compra y/o de venta de energía dadas por los agentes del mercado ante la Cámara de Riesgo Central de Contraparte – CRCC, quien compensa, liquida y garantiza dichas operaciones. Posteriormente el comisionista seleccionado por los agentes compradores y/o vendedores debe estar habilitado para transar en Derivex y son éstos últimos quienes los avalan.

Cuando el mecanismo logra ejecutar una transacción o calce de operaciones para un mes o meses determinados a un precio establecido, la CRCC le exige al comisionista y este a su vez a su agente del mercado de energía que representa, una garantía de acuerdo con los plazos del mes o meses a comprar así:

Período	Garantía exigida por CRCC
1 a 4 meses	23.40%
5 a 8 meses	11.90%
9 a 24 meses	11.30%
25 a 72 meses	10.00%

Tabla 1. Periodos y Porcentajes de Garantías Recuperado de: Unidad Transacciones Comercialización Energía de EPM, 2022.

De acuerdo al documento en negrilla (Tabla 1) Periodos y Porcentajes de Garantías, las garantías requeridas son de dos tipos: en efectivo y Títulos de Tesorería TES entregados o pignorados a favor de la CRCC. Los TES son títulos de deuda pública emitidos por la Tesorería General de la Nación que son subastados por el Banco de la República.

Al día siguiente de efectuada la transacción o calce de operaciones y hasta la fecha de vencimiento del producto transado, se debe realizar diariamente una comparación de los precios pactados en la transacción con los precios de valoración definidos por Derivex, con el fin de determinar si se hacen depósitos o llamados de margen, a favor o en contra de los agentes compradores y vendedores, los cuales serán exigidos por la CRCC. Es importante tener en cuenta que, si se presenta un diferencial en el precio mencionado se pueden presentar ajustes en las garantías exigidas inicialmente.

Al llegar al vencimiento del producto, generalmente el último día del mes, el producto debe ser liquidado, para lo cual se debe esperar hasta el segundo día hábil del mes siguiente, donde XM publica la versión TX1 del precio de bolsa del mes motivo de la transacción y en este momento se puede dar también el último depósito o llamado de margen a los agentes que intervinieron en la transacción, al igual que el ajuste de las garantías.

Los contratos de futuros de energía se negocian a precios corrientes del mes al cual se está comprando el producto, de tal forma que es el mismo precio que se podrá trasladar al usuario final si ha sido formado en una Subasta de Convocatoria de Cierre, si la operación es realizada en una sesión diferente a ésta el precio techo a trasladar al usuario sería el de el precio obtenido en la última Subasta de Convocatoria de Cierre.

Estructura de la operación en Derivex

Si bien los contratos son estandarizados, existen varios tipos con características específicas que le brindan a los agentes flexibilidad a la hora de buscar la cobertura que necesitan o diversificar

su estrategia de acuerdo con la conveniencia. Los diferentes contratos están caracterizados de la siguiente manera:

Productos Financieros en Derivex	
Contrato	Descripción
ELM	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato Futuro de Electricidad Mensual • Activo subyacente: precio de electricidad durante las 24 horas de todos los días del mes • Tamaño del contrato: 360.000 kWh
ELS	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato Futuro de Electricidad Mensual • Activo subyacente: precio de electricidad durante las 24 horas de todos los días del mes • Tamaño del contrato: 10.000 kWh
MTB	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato Futuro Bloque Horario Amanecer de Electricidad Mensual • Activo subyacente: precio de electricidad negociado en la bolsa de las 00:00 a las 07:00 horas de todos los días del mes de expiración • Tamaño del contrato: 105.000 kWh
DTB	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato Futuro Bloque Horario Día de Electricidad Mensual • Activo subyacente: precio de electricidad negociado en la bolsa de las 7:00 a las 17:00 horas de todos los días del mes de expiración • Tamaño del contrato: 150.000 kWh
NTB	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato Futuro Bloque Horario Noche de Electricidad Mensual • Activo subyacente: precio de electricidad negociado en la bolsa de las 17:00 a las 24:00 horas de todos los días del mes de expiración • Tamaño del contrato: 105.000 kWh
ELB	<ul style="list-style-type: none"> • Bloque Anual de Contratos ELM • Al negociar bloques ELB cada uno se divide en 12 contratos ELM, uno para cada mes del año
ELB	<ul style="list-style-type: none"> • Bloque Anual de Contratos ELT • Al negociar bloques ELS cada uno se divide en 12 contratos ELS, uno para cada mes del año

Tabla 2. Productos Financieros en Derivex. Recuperado de: Unidad Transacciones Comercialización Energía de EPM, 2022.

Las operaciones en Derivex se dan en tres escenarios diferentes que se denominan sesiones del sistema, que permiten la negociación y/o registro de operaciones sobre contratos de derivados energéticos. El Sistema cuenta con las siguientes sesiones:

1. Sesión de Negociación Electrónica: permite exponer intenciones de compra y de venta a los agentes en la pantalla electrónica de la Bolsa de Valores de Colombia (e-bvc) para todos los tipos de contratos, ya sean los meses individuales (ELM, ELS, MTB, DTB y NTB) y los bloques anuales (ELB y ELTB).

2. Sesión de Negociación Mixta: las intenciones de compra y de venta en esta sesión se exponen en la página principal de Derivex. Aquí, es posible

hacer negociación en bloques de al menos dos productos con vencimientos diferentes y en los que para completar la transacción se debe hacer por el bloque completo, en otras palabras, no se puede hacer negociación por meses individuales o fracciones del bloque ofrecido.

3. Registro: permite realizar operaciones de meses individuales, de bloques anuales e incluso configurar bloques de meses diferentes a los bloques de año calendario. En esta sesión, las intenciones de negociación no se exponen en ninguna plataforma, sino que es a través de la conversación y conciliación hecha por intermedio del comisionista y los agentes interesados en realizar la operación.

Operaciones Actuales con Derivex

A partir de la Resolución CREG 101 020 de 2022 se definen las condiciones para el traslado de los precios de los contratos resultantes del mecanismo presentado por Derivex S.A. E.S.P. y la Cámara de Riesgo Central de Contraparte. Punto de partida para que EPM iniciara la gestión previa y operación dentro del mecanismo, con la intención de aumentar la cobertura de la demanda del mercado regulado, diversificar las compras y buscar cada vez mejores precios dentro de las alternativas que están contempladas en la regulación colombiana.

Luego de firmar el 02 de noviembre de 2022 el contrato con la Sociedad Comisionista de Bolsa escogida para representar a EPM dentro del mercado de futuros energéticos Derivex, EPM quedó habili-

tado para operar dentro del mecanismo. Luego de gestionar detalles internos, tales como la selección de ordenantes, capacitaciones iniciales y garantías, cuentas de margen y trámites presupuestales, se logró tener condiciones suficientes para iniciar la participación.

El mecanismo Derivex actualmente cuenta con las siguientes transacciones:

Año contratado	Mes contratado	Cantidad	Precio promedio \$/KWh	Carga total KWh	Precio ponderado \$/KWh	Procedencia
2022	ene-abril y sep-dic	30	263.23	10,800,000	276.88	Sesión electrónica, registro
2023	ene-dic	524	376.59	188,640,000	418.97	Sesión electrónica, registro, subasta convocada
2024	ene-dic	91	363.46	32,760,000	371.07	Sesión electrónica, subasta convocada
2025	ene-dic	36	386.17	12,960,000	384.11	Sesión electrónica, subasta convocada
Total		681		245,160,000		

Tabla 3. Energía Transada en Derivex Recuperado de: Unidad Transacciones Comercialización Energía de EPM, 2023.

Nota: El precio ponderado está a precios corrientes.

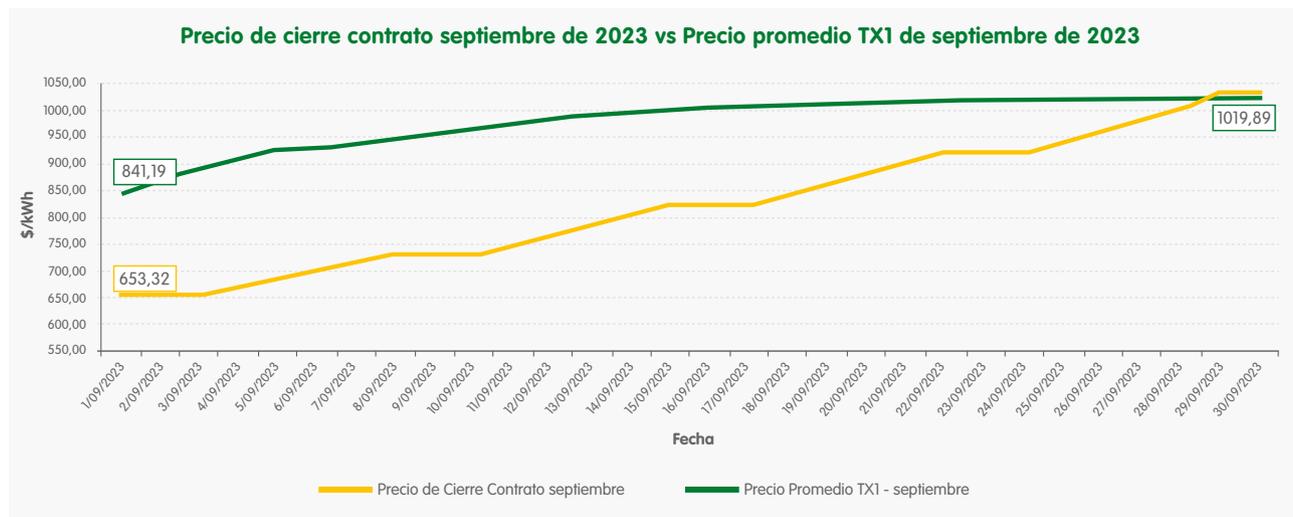


Figura 5. Comparativo de Precios Recuperado de: (Derivex, 2023).

Nota: La gráfica muestra el precio de valoración diario del contrato de septiembre 2023 (ELMU23F) y el precio promedio de bolsa nacional versión TX1 del mismo mes. El contrato con vencimiento al mes de septiembre 2023 liquidó a \$1019,89 kWh.

¿Qué se espera del mecanismo?

Del mecanismo se espera una mayor participación de los agentes del mercado (compradores y vendedores) con el fin de que haya más liquidez o aumento de las transacciones. Adicionalmente, se requiere que disminuyan los montos de las garantías exigidas por la CRCC- Cámara de Riesgo Central de Contraparte o que se estudie la posibilidad de aceptar otro tipo de garantías para que otros agentes puedan participar. Por otra parte, se considera que el regulador (CREG) debe permitir el traslado de todos los costos en que incurre el comercializador por participar con el mecanismo Derivex, como es el costo de la comisión, que actualmente es asumida en un 100% por los agentes participantes en el mecanismo.

También se espera que, este nuevo mecanismo permita diversificar la canasta energética de los agentes del mercado de energía mayorista, junto a los demás mecanismos como son las compras de energía mediante la plataforma del SICEP, las Subastas de Energía de FNCER (Fuentes No Convencionales de Energía Renovable) promovidas por el Ministerio de Minas y Energía y las compras de energía mediante la Bolsa Mercantil que aún se encuentra en estudio por la Comisión Regulación de Energía y Gas (CREG).

Conclusiones y recomendaciones

- La CREG busca a través del mecanismo Derivex diversificar la canasta energética y fomentar la competencia en el mercado de comercialización de energía, con el fin de lograr precios eficientes, competitivos y trasladar esa eficiencia al usuario final.
- El mecanismo Derivex es una nueva forma de cubrirse de la volatilidad de los precios en la bolsa, permitiendo un aseguramiento de precios.
- Los agentes del mercado (compradores y vendedores) están llamados a dinamizar el mercado a través del uso del mecanismo de Derivex para aumentar su liquidez.
- Se requiere que el regulador (CREG) analice alternativas para que las garantías no sean una barrera de entrada al mecanismo y que más agentes del mercado lo puedan utilizar y el usuario final pueda aprovechar sus beneficios.

Referencias

- ANDI, (2018). Propuesta Mercado Anónimo Estandarizado -MAE- <https://rebrand.ly/y413bcc>
- Decreto 1796 de 2008. Por el cual se reglamentan las operaciones con instrumentos financieros derivados y productos estructurados, tanto en el mercado mostrador como en sistemas de negociación de valores, realizadas por las entidades sometidas a inspección y vigilancia de la Superintendencia Financiera de Colombia y se dictan otras disposiciones. 23 de mayo de 2008. <https://rb.gy/4qoo8k>

- Decreto 570 de 2018. Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con los lineamientos de política pública para la contratación a largo plazo de proyectos de generación de energía eléctrica y se dictan otras disposiciones. 23 de mayo de 2008. <https://rb.gy/ucqld8>
- Derivex (2018). Mercado de Derivados Estandarizados de Commodities Energéticos como Mecanismo para la Comercialización de Energía Eléctrica en Colombia, para que sus precios sean reconocidos en el componente de costos de compras de energía al usuario regulado. <https://rebrand.ly/182455>
- Derivex (2023). Informe mensual: septiembre 2023. <https://rebrand.ly/2rpq8kj>
- Derivex (s. f) Mercado de Derivados Estandarizados de Commodities Energéticos. <https://rebrand.ly/fly9qxy>
- Ley 142 de 1994. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. 11 de Julio de 1994. <https://rb.gy/1lughb>
- Ley 143 de 1994. Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética. 11 de Julio de 1994. <https://rb.gy/228dbx>
- Ley 964 de 2005. Por la cual se dictan normas generales y se señalan en ellas los objetivos y criterios a los cuales debe sujetarse el Gobierno Nacional para regular las actividades de manejo, aprovechamiento e inversión de recursos captados del público que se efectúen mediante valores y se dictan otras disposiciones. 8 de julio de 2005. <https://rb.gy/huqcjt>
- Resolución 101 020 de 2022. Por la cual se definen las condiciones para el traslado de los precios de los contratos resultantes del mecanismo presentado por Derivex S.A. E.S.P. y la Cámara de Riesgo Central de Contraparte, y se establecen los indicadores de evaluación conforme a lo previsto en la Resolución CREG 114 de 2018. <https://rebrand.ly/2hpm6cz>
- Resolución 114 de 2018. Por la cual se determinan los principios y condiciones generales que deben cumplir los mecanismos para la comercialización de energía eléctrica para que sus precios sean reconocidos en el componente de costos de compras de energía al usuario regulado. 2 de agosto de 2018. <https://rb.gy/wbu2od>

Cómo citar este artículo:

Roldán, Á., Silva, G., Puerta, H. y Mejía, S. (2023). Derivex: Mercado de Derivados Estandarizados de Commodities Energéticos. *Revista EPM*, (22), 54-67.



330HP

EXX 425
FUNZA

FAW

FAW
Esta volquetera trabaja
100% con gas natural

EXX 425

ep

Vehículos dedicados a gas natural: recorriendo el camino hacia las cero emisiones en el transporte de carga y pasajeros

Dedicated natural gas vehicles: traveling the road to the zero emissions in the freight and passenger transportation

**Jorge Iván
Vélez Aguilar**

Unidad Gestión de Aliados
Gas, EPM

jorge.velez.aguilar@epm.com.co

Resumen

El siguiente artículo recorre la problemática actual de calidad del aire y calentamiento global, la estrategia que tiene el Grupo EPM en cuanto a movilidad para aportar soluciones y ampliar la información acerca de los vehículos dedicados a gas natural, su participación en el mundo y en el Valle de Aburrá, su tecnología, los beneficios que aportan en el marco de la transición energética para reducir emisiones y por último,

el futuro y los retos que presenta esta tecnología. Se hace énfasis en la comprensión de que si bien, buscar una reducción de las emisiones de CO₂ es deseable y necesario, el alcance que tenemos como país y como territorio tiene una repercusión mínima a nivel global, diferente a lo que si se podría lograr con buscar una reducción de las emisiones de material particulado.

Palabras clave:

Gas Natural Vehicular, GNV, Movilidad Sostenible, Calidad del Aire, Transporte de Carga, Transporte de Pasajeros, Transición Energética, Cero y Bajas Emisiones

Keywords:

Natural Gas for Vehicles, NGV, Sustainable Mobility, Air Quality, Freight Transportation, Passenger Transportation, Energy Transition, Zero and Low Emissions

Introducción

En años recientes, se ha notado un creciente interés en la temática de la problemática de calidad del aire y el calentamiento global, dado que cada vez se hace más evidente que en efecto los cambios son palpables; no son pocos los casos cuando en conversaciones con amigos y conocidos se habla de cómo anteriormente en sus hogares y/o sitios de recreo la temperatura y en varios casos la fauna y flora era distinta hace algunos años. Como parte de esta realidad, los últimos gobiernos de Colombia se han adherido a iniciativas mundiales (tales como la COP21 y la COP26 por mencionar algunas) encaminadas a adquirir compromisos cuyo objetivo es la reducción de emisiones con el fin de sumar a esta problemática. Esto ha desencadenado en que a nivel local y nacional hayan aparecido especialmente desde 2017 en adelante varias resoluciones, leyes y CONPES encaminados a alcanzar estos objetivos; para el caso de movilidad y transporte, que es el tema central de este artículo, se pueden resaltar la Ley 1972 de 2019, por la cual, entre otras, Colombia exige que los nuevos vehículos diésel que ingresen al mercado nacional desde el 01 de enero de 2023 deban cumplir con estándar de emisiones mínimo Euro VI, la Ley 2128 de 2021 mediante la cual se incentiva el abastecimiento de gas combustible y tiene varios artículos específicos para movilidad y transporte de carga y pasajeros y la Ley 1964 de 2019, la cual tiene como objetivo promover el uso de vehículos eléctricos.

Si bien está cuantificado que el transporte terrestre a nivel mundial es una actividad relevante en cuanto a consumo de energéticos y generación de

emisiones, no es la principal ni la mayoritaria, por lo que las iniciativas buscan aportar, pero no es ni de cerca el único objetivo que tendremos que lograr como humanidad para disminuir de manera importante el calentamiento global. Sin embargo, dicho lo anterior, el transporte terrestre si es probablemente uno de los rubros sobre los cuales se ha legislado con mayor énfasis y severidad, lo cual ha traído consigo que especialmente en los últimos 10 años se hayan vuelto más visibles los esfuerzos a los que se están teniendo que exponer los fabricantes de vehículos para lograr vehículos cada vez más eficientes y movidos por energéticos y tecnologías encaminadas hacia las cero y bajas emisiones; esto nos ha mostrado los grandes avances que se han hecho en cuanto a propulsiones como la eléctrica, el hidrógeno, el gas natural o los combustibles sintéticos entre otros, tanto para vehículos livianos como pesados.

Respecto al tema de calidad del aire y calentamiento global, es importante ser enfáticos en que ambas problemáticas son distintas y centrándonos en lo que corresponde al Valle de Aburrá y Colombia, es importante resaltar que lamentablemente nuestro rango de acción es limitado; respecto a las emisiones de CO₂, responsables del calentamiento global, se estima que en 2017 el aporte de Colombia a las emisiones mundiales fue de solo el 0,22% sobre el total mundial (Ritchie et. al, 2020); los países y zonas con mayores emisiones de CO₂ en su orden fueron China con un 27%, Estados Unidos con un 15%, la Unión Europea con un 9,8%, India con un 6,8% y Rusia con un 4,7%.

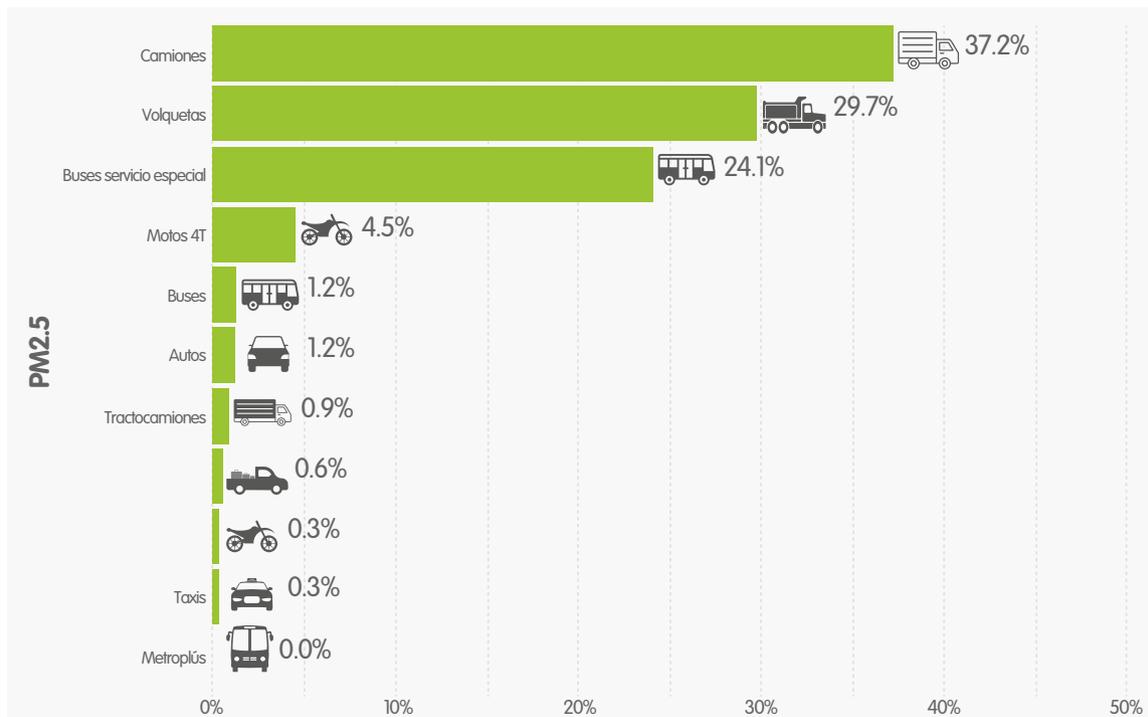


Figura 2. Inventario de emisiones aportadas por fuentes móviles en el Valle de Aburrá – Año 2018. Recuperado de (Universidad Pontificia Bolivariana, Área Metropolitana Valle de Aburrá, 2020).

El origen principal de esta problemática se debe a la edad de este parque automotor, en la cual se tiene

el siguiente panorama en cuanto a la antigüedad promedio del parque automotor rodante.

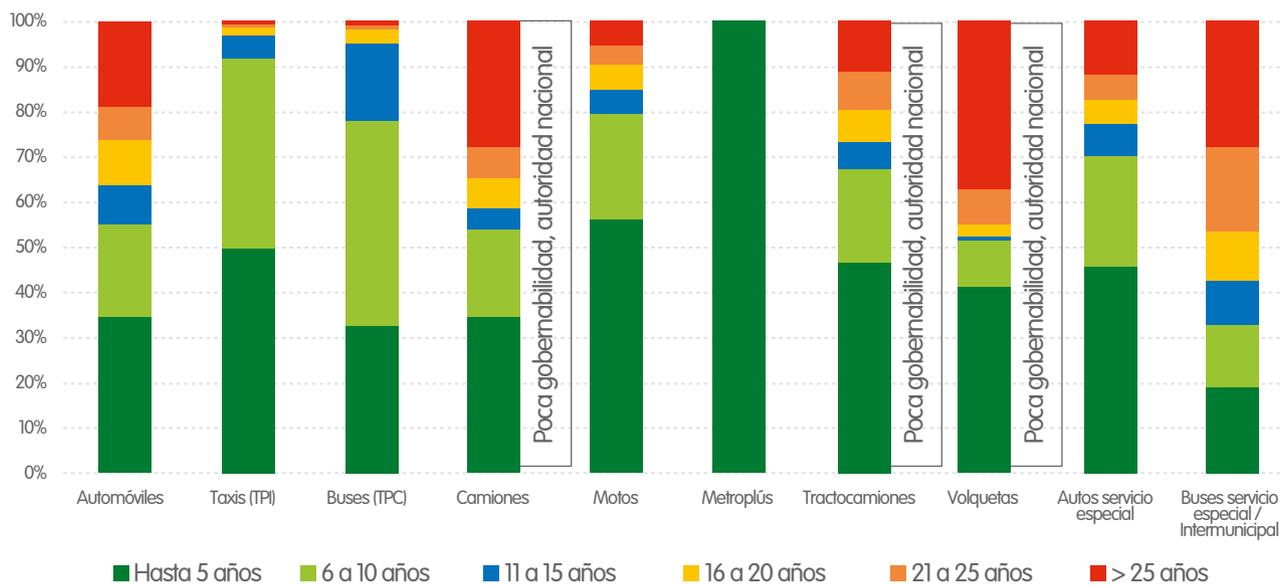


Figura 3. Edad promedio del parque automotor matriculado en el Valle de Aburrá por segmento – Año 2019. Recuperado de (Universidad Pontificia Bolivariana, Área Metropolitana Valle de Aburrá, 2020).

Dado el alcance de la problemática anteriormente expuesta, es evidente que gran parte de la solución consiste en los siguientes aspectos:

- Renovación del parque automotor con el fin de reducir la edad promedio y su consiguiente mejora en tecnología y eficiencia

- Tratar en lo posible que esa renovación se haga con las tecnologías de cero y bajas emisiones disponibles actualmente para los diferentes segmentos vehiculares.

La estrategia del Grupo EPM para aportar y afrontar este desafío que tenemos como sociedad, consiste en 3 pilares:

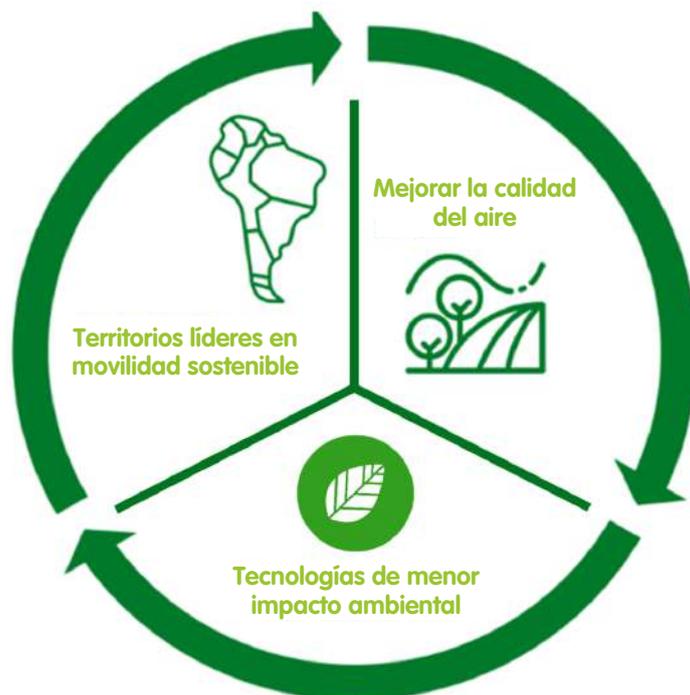


Figura 4. Pilares de la estrategia de movilidad sostenible del Grupo EPM.

La propulsión a gas natural puede tener un rol importante en la ayuda a la reducción de emisiones, ya que como se verá más adelante, la principal ventaja ambiental que trae es la reducción en hasta

un 99% de emisiones de PM2.5 respecto a vehículos diésel, especialmente aquellos más antiguos y por consiguiente menos eficientes.

¿Qué es un vehículo dedicado a gas natural?

Un vehículo dedicado a gas natural esencialmente consiste en que el motor ha sido diseñado y especificado para trabajar únicamente con gas natural como energético; esto implica que en muchos casos comparten componentes comunes con motorizaciones equivalentes del mismo fabricante (en la mayoría de los casos diésel) pero tiene algunos componentes específicos para la operación con gas natural, siendo el principal sistema diferente el de combustión, ya que la misma se hace por chispa con bujías (ciclo Otto) en lugar de ser por compresión (ciclo Diésel).

Adicional a esto, también sucede que varios de los componentes adicionales encargados de reducir las emisiones de los gases de escape y el posttra-

tamiento de los mismos, en motorizaciones a gas no son necesarios o son más simples; esto es especialmente cierto al comparar motorizaciones con estándar de emisiones Euro VI, donde hay consumibles adicionales como por ejemplo la úrea para reducir las emisiones (Jhawar, 2022). Dado que por lo general los fabricantes de vehículos dedicados a gas ofrecen también modelos equivalentes en diésel, se procura siempre que las curvas de potencia y torque de ambas motorizaciones sean muy similares, de manera que ambas alternativas puedan cumplir con suficiencia su caso de uso correspondiente; esto ha evolucionado y mejorando de manera notable en los últimos años.

X15N vs. X15 Diesel Preliminary



Tabla 1. Comparación de curvas de potencia y torque del motor Cummins X15 Diesel y Cummins X15N de gas natural. Recuperado de (Park, 2022).

Por otra parte, el sistema de almacenamiento es lógicamente diferente, ya que para almacenar gas natural comprimido se requiere se haga en cilindros que soporten las presiones de llenado; este conjunto de cilindros (también llamados racks), en el caso de tractocamiones se ubican detrás de los cabezotes; en el caso de camiones livianos y buses, los cilindros son dispuestos de manera alternada sobre el chasis de los vehículos. La mayoría de los fabricantes permiten especialmente en el caso de los tractocamiones, que los compradores personalicen el tipo de cilindros (hay 4 tipos de cilindros, los

cuales difieren en peso, siendo los tipo 1 los más pesados hasta los tipo 4 que son los más livianos) y la cantidad de cilindros, esto con el fin de encontrar un balance entre la capacidad de carga y la autonomía; actualmente, es común que una configuración estándar permita a los tractocamiones dedicados a gas contar con una autonomía de al menos 600 kilómetros, lo cual es suficiente para cubrir totalmente o en su mayoría las distancias entre los principales puntos de origen y destino de carga del país.

¿Qué ventajas tiene un vehículo dedicado a gas con respecto a uno equivalente diésel?

Los vehículos dedicados a gas natural cuentan con varias ventajas comparativas respecto al diésel, entre las cuales podemos destacar:

Ambientales:

- Menores emisiones contaminantes, cerca de un 20% menos de emisiones de CO₂ y hasta de un 99% menos de emisiones de PM2.5 (Naturgas, 2022).
- En caso de ser usado biogás o gas renovable, el total de emisiones puede alcanzar a ser inclusive carbono negativo (Cummins Inc, 2021).

Económicas:

- Valor de adquisición: es similar al de un equivalente diésel Euro VI (a partir del 01 de enero de 2023, los camiones vendidos en Colombia solo pueden ser desde este estándar de emisiones).
- Beneficios tributarios: por la compra de vehículos de bajas emisiones, el propietario se puede descontar hasta el 50% de las inversiones en su declaración de renta.
- Posibilidad de acceder a la exclusión del IVA: con este trámite, el gravamen queda en un 0%.
- Ahorros en combustible: hace unos 4 años alcanzó a estar por el orden del 30%, siendo noviembre de 2023 el ahorro es menor debido a que el

diésel cuenta con un precio artificial por los subsidios aportados por el Gobierno Nacional, los cuales se espera sean desmontados de manera gradual a partir de 2024.

- Disponibilidad total de la flota: al estar exentos de la medida de pico y placa a nivel nacional (Artículo 10, Ley 2128 de 2021), los dedicados a gas pueden estar disponibles para producir el mayor tiempo posible.

Técnicas:

- Menos ruido en su operación: pueden ser usados para operaciones nocturnas o para zonas con restricciones auditivas especiales; se estima que pueden ser hasta 10 decibeles más silenciosos que motores diésel equivalentes.
- Tecnología madura, probada y disponible.
- Extracción de combustible: dadas las características y almacenamiento, el gas natural no puede ser hurtado de los tanques de almacenamiento.
- Simplicidad en el postratamiento de emisiones: cuentan con menos componentes y consumibles para lograr bajas emisiones.

Vehículos dedicados a gas natural en el mundo y en el Valle de Aburrá

Se estima que, a nivel mundial, entre vehículos dedicados y convertidos a gas natural hay cerca de 25 Millones de unidades, siendo los países con mas unidades China con 5,3 Millones, Irán con 4 Millones, India con 3 Millones, Pakistán 3 con Millones, Argentina con 2,3 Millones, Brasil con 1,8 Millones e Italia con 1 Millón (Markowski et. al, 2018)

Los vehículos dedicados a gas natural, especialmente en el transporte de pasajeros no son una novedad en el Valle de Aburrá; desde 2007 las empresas Transportes Hatoviejo y Expreso Campo

Valdés fueron pioneras al incorporar en sus flotas un total de 17 busetones dedicados a gas marca IVECO. El inicio de la masificación de la tecnología a gas natural en el territorio fue dado por la decisión de que el sistema de transporte masivo de transporte Metroplús usara como energético de propulsión el gas natural; la primera unidad inició pruebas y operación en el año 2011; acto seguido para 2013 iniciaron pruebas y operación las cuencas alimentadoras 3 y 6, manejadas por las empresas Masivo de Occidente y Sistema Alimentador Oriental respectivamente.



Imagen 1. Bus articulado dedicado a gas natural de Metroplús en pruebas.
Recuperado en (El Colombiano, s.f.).

Dando inicio a la masificación del transporte de carga, en 2014 se incorporaron a la flota de Emvrias los primeros 65 camiones compactadores de basura del país; esta operación sirvió como precedente importante para demostrar la capacidad de

estos vehículos para el transporte de carga. A hoy, la cantidad de vehículos dedicados a gas continúa creciendo tanto a nivel local como nacional, reflejándose desde 2019 un repunte importante en el interés de tractocamiones propulsados con gas natural.

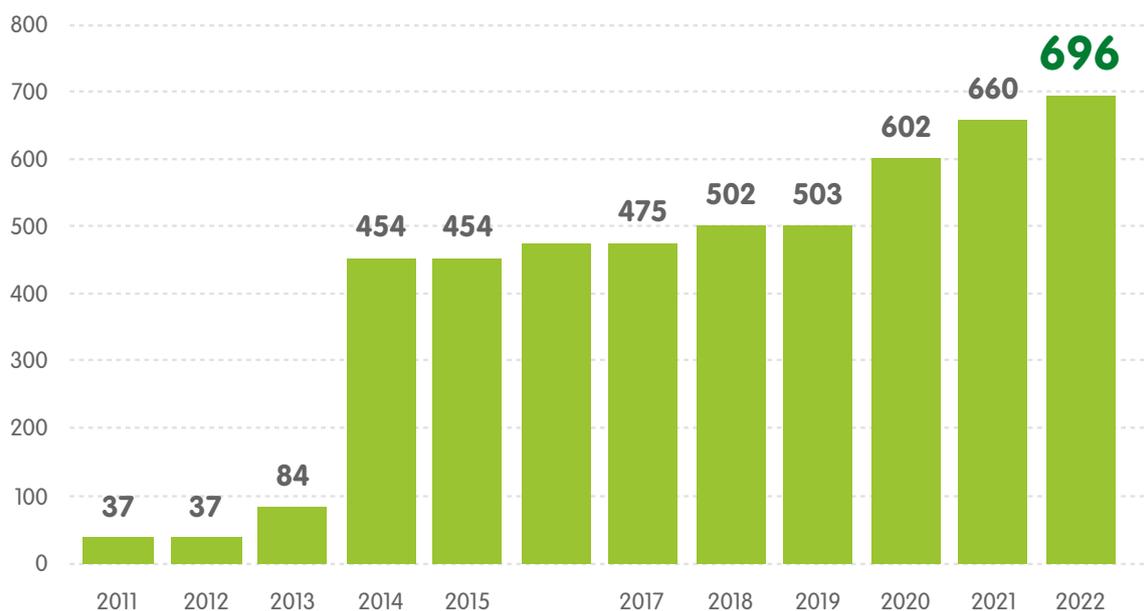


Figura 5. Evolución de la cantidad de vehículos dedicados a gas natural en el Valle de Aburrá.

Dedicados a gas nuevos en el mercado colombiano

Las alternativas de vehículos dedicados a gas se han ido incrementando de manera significativa en los últimos años, pasando de 4 marcas en 2018 a 10 en 2023, la mayoría de estas concentran su portafolio en vehículos de carga pesada, que es el segmento de mayor proyección para esta tecnología; los fabricantes de vehículos dedicados a gas natural con representación en Colombia son los siguientes:

- DONGFENG
- FAW
- FOTON
- GOLDEN DRAGON
- IVECO
- KENWORTH
- SCANIA
- SHACMAN
- SINOTRUK
- ZHONG TONG (Bus)

Infraestructura disponible

Actualmente en Colombia se estima que hay cerca de 600 estaciones de servicio de GNV a nivel nacional, sin embargo muchas de estas están ubicadas dentro de centros urbanos, esto debido a que el inicio del desarrollo del GNV en el país data de finales de los años 80, teniendo un boom fuerte en conversiones en la segunda mitad de la década de

los años 90. Es claro que las necesidades para los vehículos de transporte de carga son muy diferentes, principalmente debido a los radios de giro requeridos, accesos, salidas y ubicación sobre corredores viales de transporte de carga.

Actualmente el desarrollo de esta infraestructura se está enfocando en ampliar la oferta de estaciones de servicio de gas natural para transporte pesado de carga, las cuales se busca cubran todas las limitaciones que tienen las estaciones ubicadas en centros urbanos, tales como la ubicación en corredores viales de carga nacionales, facilidad de acceso y salida, radios de giro para maniobrar los vehículos dentro de las estaciones, capacidad de llenado rápido e idealmente el ofrecimiento de servicios de valor

agregado para este segmento de clientes; algunas de estas ya han sido puestas a disposición del público en el último año, y varios otros de estos proyectos se encuentran en etapa de desarrollo, análisis o estructuración, ya que uno de los factores más relevantes para la viabilidad de estos proyectos es su ubicación y varias están sujetas a la entrega y entrada en operación de las concesiones viales 4G y 5G, las cuales se integrarán a la malla vial nacional en los próximos años.

Futuro y retos para los dedicados a gas natural

Los dedicados a gas natural, al igual que cualquier otra tecnología que no sea lo convencional y utilizado por el mercado en las últimas décadas (gasolina y diesel), presentan una cantidad de retos importantes a sortear, ya que no se trata únicamente de una transición energética sino también de una transición mental que permita transitar hacia un futuro de cero emisiones y dependen en gran medida de la adopción y aceptación por parte del mercado; estas opciones alternativas deben ser sostenibles tanto ambiental como económicamente. Para los dedicados a gas podemos encontrarnos con los siguientes frentes a trabajar:

- **Incentivos por parte del Gobierno Nacional:** si bien es cierto que existen incentivos encaminados a promover la compra de vehículos dedicados a gas natural, varios de estos en la práctica no son tan fáciles de gestionar o acceder a ellos; por poner un ejemplo, en el caso de la exclusión del IVA, el cliente interesado debe diligenciar la documentación para presentar el proyecto ante la UPME y esta documentación no es fácil de gestionar (mucho menos cuando se habla de personas propietarias de 1 o 2 camiones, los denominados hombre-camión). Los dedicados a gas natural son la única tecnología de propulsión que debe hacer este trámite para acceder al beneficio; para diesel el IVA es del 19%, para eléctricos es del 5%, pero para gas es 0% si se gestiona la exclusión o 19% si no se hace, la brecha en dinero es bastante significativa.

Esta problemática ha hecho que en el mercado aparezcan intermediarios que se han especializado en presentar estos proyectos para obtener para el cliente el beneficio, pero lógicamente cobran una comisión por el servicio prestado; lo ideal sería que el cliente fuera quien se viera beneficiado en su totalidad. Respecto a este asunto desde la industria se viene proponiendo a los últimos gobiernos que sea implementado un IVA preferencial directo de manera que los interesados no tengan que hacer gestiones burocráticas adicionales y así permitir una mayor masificación que redundaría en menos emisiones y un mejor ratio de respuesta de los compromisos ambientales adquiridos por el Gobierno Nacional.

- **Incentivos por parte de los agentes de la cadena del gas natural:** actualmente la mayoría de las distribuidoras de gas natural a nivel nacional ofrecen como incentivo un bono que se otorga al interesado de manera que cubra una parte del valor comercial del vehículo. Si bien el incentivo existe y es atractivo, se ha encontrado que no es un mecanismo ágil y directo, lo cual puede significar una complicación en el caso de las personas naturales, ya que es muy probable que ese bono ofertado sea considerado dentro del plan de pagos y si este llega tarde o a destiempo, puede convertirse en una dificultad más a sortear por parte del interesado.

- **Suficiencia de infraestructura:** es un reto que está siendo atendido en este momento como se mencio-

nó anteriormente, pero que requiere que suceda a una velocidad en la que no haya inconveniente entre la oferta y la demanda; por lo pronto la cantidad de estaciones de servicio suple con suficiencia el parque automotor rodante existente, pero si es claro que debe reforzarse a futuro para seguir prestando un servicio adecuado y de calidad.

- **Educación y apertura:** sobre este aspecto se debe continuar haciendo un trabajo sostenido, ya que se ha identificado que diferentes noticias y comunicados relativos a la disponibilidad de gas natural pueden pasar a preocupar a los interesados de

manera importante y en algunos casos lo suficiente para descartar los proyectos.

- **Gas renovable:** es importante poder profundizar sobre la elaboración de estos proyectos, que permitirían que el conteo de emisiones total sea muchísimo mejor que el actual y en algunos casos inclusive carbono negativo. Se debe hacer seguimiento a estos desarrollos, actualmente (2023), los costos de estas iniciativas son altas pero se espera que los costos asociados a estas iniciativas puedan mejorar de manera que sea comercialmente viable.

Conclusiones

- Reducir las emisiones de CO₂ es deseable desde cualquier punto de vista, pero se debe tener presente que el impacto que tenemos como territorio y como país en estos esfuerzos de reducción tienen poca repercusión en el total de emisiones globales; por otra parte, tomar decisiones que reduzcan las emisiones de material particulado, si tiene repercusiones directas e inmediatas sobre la calidad del aire del territorio y no se depende de si otras naciones toman o no medidas para reducir sus emisiones.
- Uno de los principales retos que existen a nivel territorio y nacional es la edad del parque automotor actual; una renovación masiva del mismo, especialmente en los segmentos vehiculares mas contaminantes repercutiría en una mejora inmediata de la calidad del aire del Valle de Aburrá.
- La tecnología a gas natural representa una alternativa probada de bajas emisiones que ha ido ganando participación y relevancia en los últimos años, especialmente en el transporte

de carga. Su evolución continuada permite que estos motores puedan servir para aplicaciones equivalentes que las de vehículos diésel y representan una menor complejidad para postratamiento de emisiones contaminantes.

- Los actores de la industria del gas natural continúan trabajando en pro de desarrollar los habilitadores que faciliten la masificación de esta tecnología.
- Es de resaltar que hay una visión compartida de transitar hacia un futuro de cero emisiones, pero esto debe recorrer una transición, la cual debe ser sostenible, desde un punto de vista ecológico, pero también económico; esto es de suma importancia considerando que la magnitud de los incentivos para llegar a ese futuro deseado de cero emisiones, otorgados por el Gobierno Nacional de Colombia son menores a los implementados en otras naciones con mayores recursos económicos.

Referencias

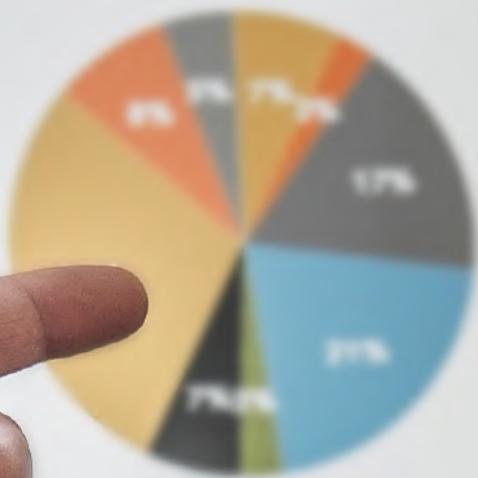
- Cummins Inc. (22 de julio de 2021). *California's natural gas trucks went carbon negative in 2020*. [Comunicado de prensa]. <https://rb.gy/oeqo>
- El Colombiano. (s.f.). *Alcalde de Medellín dice que Metroplús comenzará operaciones en el segundo semestre*. <https://rb.gy/ijw7e1>
- Naturgas. (27 de mayo de 2022). *Gas natural vehicular, una apuesta por la movilidad sostenible*. [Comunicado de prensa]. <https://rb.gy/ldeq>
- Ritchie, H., Roser, M. y Rosado, P. (2020). CO₂ and Greenhouse Gas Emissions. *OurWorldInData.org*. <https://rb.gy/2y28>
- Jhawar, P. (2022). *Natural gas engines vs. diesel engines*. [Comunicado de prensa]. <https://rb.gy/p74c26>
- Markowski, R. (2018). *How many NGVs are there and where?* <https://bit.ly/42d4OH7>
- Universidad Pontificia Bolivariana y Área Metropolitana Valle de Aburrá. (2020). *Actualización inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá – Año 2018*. <https://rb.gy/9doqm8>
- Truck News. (01 de septiembre de 2022). *Cummins X15N engine could expand natural gas interest*. <https://bit.ly/48QLTo3>

Cómo citar este artículo:

Vélez, J. (2023). Vehículos dedicados a gas natural: recorriendo el camino hacia las cero emisiones en el transporte de carga y pasajeros. *Revista EPM*, (22), 68-80.

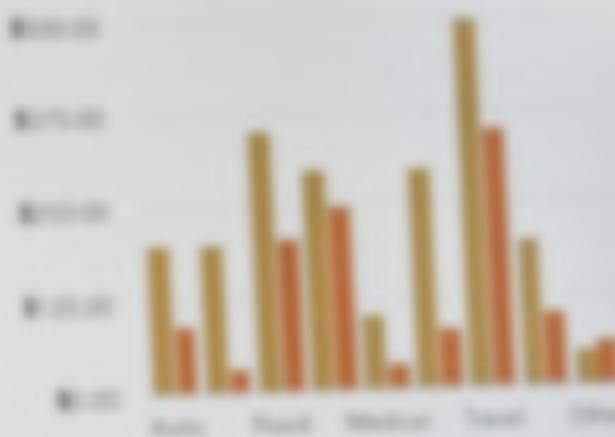


ACTUAL SUMMARY



- Sales
- Profit
- Market
- Total
- Other
- Development
- Research
- Marketing
- Operations

BUDGET VS ACTUAL



- Budget
- Actual

SUMMARY BY CATEGORY

Informes especializados: Caso Informe IRO, Vigilancia estratégica de la Biblioteca EPM

Specialized reports: IRO Report Case, Strategic Surveillance process of the EPM Library

Viannet Marcela

Montoya Calle

Vigilancia Estratégica,
Biblioteca EPM

viannet.montoya@fundacionepm.org.co

Sandra Milena

Naranjo Diosa

Vigilancia Estratégica,
Biblioteca EPM

sandra.naranjo.diosa@fundacionepm.org.co

Óscar Armando

Osorio Castillo

Vigilancia Estratégica,
Biblioteca EPM

oscar.osorio.castillo@fundacionepm.org.co

Resumen

Este artículo, en primer lugar, aborda de manera general una tipología de informes llamados técnicos, de inteligencia o especializados, generados por el proceso de vigilancia estratégica, los cuales se orientan a identificar y extraer información clave, tendencias y señales acerca de los temas de interés para la organización en la cual se encuentren inmersos o adscritos. De esta manera, se busca aclarar conceptos y describir las principales características y aportes de estos informes a las organizaciones.

Lo anterior para dar un contexto al tema central de este artículo: los Informes IRO - Implicaciones, Riesgos y Oportunidades, elaborados por el equipo de

Vigilancia Estratégica de la Biblioteca EPM, los cuales se ubican dentro de la tipología de informes mencionada. Se continúa entonces con su origen, descripción, contexto y características principales.

Se describe como estos informes están orientados a recoger información pertinente y valiosa de un tema clave en tendencia y consolidarla de manera organizada, clara y enfocada con el objetivo de convertirse en un recurso que apoye tanto la toma de decisiones en el Grupo EPM como el desarrollo de la ciudad, con conocimientos actuales y significativos que aporten a mejorar procesos, crear nuevas soluciones e innovar.

Palabras clave:

Vigilancia Estratégica e Inteligencia Competitiva, Gestión del conocimiento, Informes de vigilancia, Informes de inteligencia, Informes especializados, Informes técnicos, Servicios públicos, Empresas de Servicios Públicos, Riesgos y oportunidades, Toma de decisiones, Tendencias de marketing

Keywords:

Strategic surveillance and Competitive intelligence, Knowledge management, Surveillance reports, Intelligence reports, Specialized reports, Technical reports, Public services, Utilities, Risks and opportunities, Make decisions, Marketing trend

Siglas utilizadas

VE – Vigilancia Estratégica: equipo interdisciplinario conformado por 10 profesionales que hacen parte de la Biblioteca EPM y presta sus servicios principalmente a las áreas estratégicas del Grupo EPM y sus filiales.

VIE – Vigilancia e Inteligencia Estratégica: proceso de búsqueda, recolección, análisis y comunicación de información sobre el entorno de la organización, con el propósito de apoyar la toma de decisiones estratégicas en todos los niveles de las organizaciones.

Introducción

En la actualidad han surgido fenómenos relacionados con la sobrecarga informativa, se habla de infodemia, término referido al exceso de información originada desde diferentes canales tales como internet en general, redes sociales, sitios de noticias, correos electrónicos, entre otros, e infoxicación relacionada con la sensación de no poder abarcar ni gestionarla de manera eficiente. Estos fenómenos sumados a la falta de tiempo para asimilar dicha información y procesarla adecuadamente, aumenta la dificultad de obtener conocimiento pertinente y preciso para necesidades específicas, tanto individuales como colectivas. Esto afecta también a las organizaciones, las cuales requieren estar permanentemente actualizadas.

Por otra parte, el notorio aumento en el desarrollo de nuevos modelos de negocios comerciales y los avances tecnológicos de la modernidad han llevado a que las empresas adviertan cambios frente a

los que requieren adaptación para afrontar nuevos retos. Para lograr esto, resulta esencial hacer uso de la gestión del conocimiento entendida como el conjunto de herramientas que ayuda a las organizaciones a navegar en entornos empresariales en constante transformación; esta permite aprovechar el conocimiento y las experiencias disponibles en el medio, lo que contribuye a la toma de decisiones de alto nivel que promuevan la innovación.

Un aliado fundamental para enfrentar estas situaciones y que forma parte de la gestión del conocimiento es la práctica de la vigilancia e inteligencia estratégica (VIE), como un proceso que busca identificar y extraer información pertinente y por medio de un análisis minucioso transformarla en productos que puedan apoyar de manera significativa a las diferentes áreas de las organizaciones en el desarrollo y mejora de sus procesos.

Informes especializados – Contextualización

Usualmente, los productos generados por el proceso de VIE son un medio para agrupar señales del mercado, analizar sus implicaciones para la empresa y generar sugerencias de acción. De esta manera se busca racionalizar la toma de decisiones clave para evitar que sea basada en la intuición, los sesgos cognitivos y los esquemas mentales de los directivos (LISA Institute, s.f.)

La evolución de prácticas estratégicas de vigilancia tecnológica hacia la inteligencia tecnológica, ligadas a la gestión avanzada de la información y el conocimiento, están permitiendo a todo tipo de organizaciones conocer las últimas novedades de los competidores, monitorizar sistemáticamente cuanto ocurre en su entorno, anticiparse a los cambios y *tomar decisiones informadas*, minimizando riesgos y aprovechando oportunidades para la innovación. (Observatorio Tecnológico de la Universidad de Alicante [OVTT], s.f.)

En este contexto, las áreas de innovación, las organizaciones y en general los sectores y entidades involucradas en el desarrollo económico y social, han comprobado que no es suficiente resolver los problemas básicos de la industria y/o de la ciencia y la tecnología, lo realmente prioritario en los procesos de innovación es *lograr transformar muchos conocimientos en decisiones* que permitan generar nuevos productos, estrategias, procesos o servicios, con una propuesta que genere atracción y mayor valor en el mercado; de este modo, lograr empresas más competitivas e innovadoras, tanto a nivel operativo y táctico como estratégico (Romeu, 2016).

Dichas instituciones deben tener en cuenta varios aspectos, para estar al nivel de las exigencias del medio:

Estar permanentemente actualizadas

Atentos a los cambios del entorno, a las tendencias, a las nuevas demandas del mercado, a las ofertas alternativas de otras entidades, a los casos de éxito o de fracaso. De este modo tener bases para proponer soluciones eficaces a las necesidades del sector y de la sociedad.

Identificar la evolución de esos cambios

Para detectar oportunidades de desarrollo en las necesidades aun latentes, las cuales se evidencian en los obstáculos por resolver, vacíos legales o las limitaciones por superar.

Tales aspectos, son abordados por los flujos sistemáticos de información que se implementan desde los procesos de VIE, los cuales derivan básicamente en productos como, alertas, boletines, informes de vigilancia y en algunos casos informes especializados.

Estos informes en específico surgen de la labor diaria de dichos procesos de vigilancia e inteligencia estratégica y de su misión esencial de apoyar a las organizaciones en la satisfacción de la mayor cantidad de necesidades de información y conocimiento, de este modo reducir la incertidumbre, facilitar la toma de decisiones y desarrollar una ventaja competitiva.

Los principales informes de vigilancia son: tecnológica, competitiva, de mercado, normativa y prospectiva; pero estos se han complementado para dar

lugar a otros que han sido nombrados de diversas maneras: técnicos, de inteligencia o especializados, en algunos casos con el objetivo específico de detectar en un contexto amplio, evidencias de riesgo y áreas de oportunidad para las organizaciones.

Por tanto, los informes especializados permiten assimilar la mayor cantidad de conocimiento divulgado en diferentes fuentes sobre un tema específico del sector, en relación con la industria, el entorno, los clientes, los proveedores, así como los competidores, sus características, estrategias, planes, recursos, productos y servicios, entre otros aspectos, de una manera concreta, clara y pertinente; por eso según (Romeu, 2016) se busca que cumplan con características como:



Figura 1. Características generales de los informes especializados.

La información que se brinda en los informes especializados se clasifica de acuerdo con el valor o interés para la organización en: “prioritaria e importante, útil ocasionalmente, interesante, o inútil” (Romeu,

2016), y esto depende del grado de cumplimiento de las anteriores características, a mejor cumplimiento más valor estratégico para el cambio a implementar, lo cual se puede visualizar mejor a continuación:

Clasificación / Características	Significativa	Vigencia	Validez	Valor
Prioritaria e importante	Alta	Alta	Alta	Alta
Interesante	Media	Media	Media	Media
Útil ocasionalmente	Baja	Baja	Baja	Baja
Inútil	Ínfima	Ínfima	Ínfima	Ínfima

Tabla 1. Clasificación de la importancia de la información para una organización.

Ahora bien, la información y conocimientos generados, aunque son claves a nivel interno de la organización, pueden ser un gran insumo y apoyo para actores externos que tengan relación con la temática, de modo que aporte al desarrollo no solo organiza-

cional sino también sectorial. Por tal razón, pueden ser publicados y difundidos ampliamente de modo que sean leídos y aprovechados por la mayor cantidad de interesados que a su vez generen nuevos aportes al conocimiento y desarrollo de la sociedad.

Ventajas de los informes especializados

Los informes especializados se elaboran en el marco de las necesidades de los procesos organizacionales y buscan aportar al desarrollo de conocimientos, reflejados en las siguientes ventajas que la organización puede obtener por medio de su implementación:

- **Aprender del entorno**

Los informes se centran en estudiar cómo se desarrolla un tema estratégico para el sector con el fin de conocer y aprender sus principales características. Este aprendizaje facilita el perfeccionamiento de las estrategias a implementar en la organización. Además, se presentan casos de éxito o referenciamiento de empresas, ya que a partir de los éxitos y fracasos de otras compañías se puede generar un mejor plan de acción comercial.

- **Mejorar la competitividad**

Al incluir información del entorno y de compañías similares, hay un constante flujo de conocimiento y actualización de tendencias. Esto posibilita que las

propuestas o nuevos proyectos se construyan con bases sólidas y la calidad de los servicios y productos mejore día con día. De esta manera, estos informes pueden impulsar la organización hacia un liderazgo del mercado.

- **Identificar cambios en el mercado**

Las empresas suelen invertir tiempo y recursos en investigaciones previas a los proyectos de mejoramiento o modernización tanto de procesos como de productos o servicios (Terreros, 2023), ya que identificar cambios y alteraciones con prontitud mejorará sus capacidades de adaptación y les permitirá mantenerse al día en los comportamientos de su segmento de mercado.

- **Anticiparse a los retos del futuro**

La adaptabilidad es una de las habilidades más importantes que toda empresa debe desarrollar. Al contar con información pertinente, actualizada, fiable y a nivel mundial sobre temas estratégicos en tendencia, la organización puede tener una

idea o perspectiva de los retos que le esperarán y prepararse para ellos.

- **Aprovechar oportunidades de crecimiento**

Para un mayor crecimiento la organización debe potenciar aquellas áreas que el mercado ha descuidado y capitalizar esa necesidad comercial.

Al conocer el contexto de los principales temas de interés y como los están trabajando los demás, puede aprovechar las oportunidades de crecimiento que el mismo comportamiento comercial genera, en lugar de desarrollar soluciones ya implementadas o con pocas posibilidades de aceptación.

- **Interdisciplinariedad y creación de alianzas estratégicas**

Unir esfuerzos es una alternativa para crecer en conjunto y construir proyectos u ofrecer productos únicos que combinen lo mejor de cada empresa (Terreros, 2023). Al analizar con detalle los temas en tendencia, cómo se comportan en otros entornos y de qué manera los abordan otras empresas, facilita la incorporación de nuevos conocimientos que amplían las bases teóricas, enriquecen los nuevos proyectos, promueven las ideas de innovación, la colaboración y posibles alianzas estratégicas.

Informe IRO - Origen y características

Particularmente, el equipo de Vigilancia Estratégica- VE de la Biblioteca EPM dentro de sus productos cuenta con los informes IRO, los cuales se pueden clasificar dentro de los informes especializados. A continuación, se presentará su origen, características principales y el proceso de elaboración.

Los informes IRO surgieron a mediados del 2019 a partir de una reunión realizada entre el equipo de Vigilancia Estratégica de la Biblioteca EPM y la Gerencia de Nuevas Soluciones (conocida anteriormente

como Gerencia de Desarrollo e Innovación (GDI) de EPM casa matriz), en dicha reunión se concluyó que el equipo de VE de la Biblioteca EPM no debería tener como único propósito trabajar a solicitud o bajo demanda en los informes de vigilancia. Por esto, se propone implementar nuevos informes sobre temas en tendencia, bien fuese de periodicidad semestral o anual, pero elaborados proactivamente y alineados con la estrategia de negocio y los focos del Grupo EPM, los cuales para el año 2021 eran los siguientes (Vélez, 2020):



Figura 2. Focos Estratégicos para la gestión del Grupo EPM 2020 - 2023.

- **Foco 1 Servicios del futuro, Ciudades Inteligentes y 4RI:** En el marco de la cuarta revolución industrial y ciudades inteligentes, EPM buscará mejorar el relacionamiento con los clientes y ofrecerles un mejor servicio, pasando de lo análogo a una transformación mediada por la tecnología. Así mismo, se trabajará en el desarrollo de servicios de ciudades inteligentes como la iluminación pública inteligente, los servicios de información de datos, entre otros.
- **Foco 2 Ciudad-Región:** Alineación con un entorno más amplio para que la Empresa logre ser cada vez más un eje articulador hacia las distintas regiones del país como Urabá, el Oriente antioqueño, el Bajo Cauca y regiones donde están presentes las filiales del Grupo.
- **Foco 3 Crecimiento – Gestión de portafolio:** La Organización se adecuará a las transformaciones tecnológicas y a los nuevos modelos de negocio que brindan más oportunidades al grupo empresarial, y más beneficios para sus grupos de interés y los territorios donde hace presencia.
- **Foco 4 Beneficios socioeconómicos de los servicios públicos:** Para que los clientes de EPM tengan cada día una mejor calidad de vida, se trabajará en cobertura, calidad y comprabilidad.
- **Foco 5 Optimización de operaciones:** A través de iniciativas y proyectos se busca rentabilizar los negocios, a través de la captura de eficiencias y la aplicación de mejores prácticas.
- **Foco 6 Evolución cultural:** Temas como la ética, la conversación, la diversidad y el liderazgo consciente son pilares de un proceso que se integra a todos los focos de la Organización a través de la cultura, preparando a los servidores de EPM y empleados de las filiales para afrontar las distintas transformaciones que hoy se dan en el entorno social y empresarial.
- **Foco 7 Proyecto Hidroeléctrico Ituango:** Llevar a buen término el proyecto y poner en servicio la primera unidad generadora en diciembre del año 2021 era el principal objetivo de este foco. A través de los siete focos estratégicos de gestión la Organización busca continuar materializando su propósito de contribuir a la armonía de la vida para un mundo mejor, con iniciativas que le posibiliten a EPM seguir innovando para transformar el entorno de las comunidades.

Dicho lo anterior, desde el Proceso de Vigilancia Estratégica se decidió proyectar y planear este producto para establecer los fundamentos teóricos, los pasos a seguir y definir un procedimiento y metodología que se pudieran estandarizar. Se establece entonces un modelo que plantea unos pasos básicos a seguir, para el desarrollo de estos informes IRO.



Figura 3. Modelo IRO para lograr resultados.

De este modo, también fue adoptado el nombre de IRO, teniendo en cuenta el análisis realizado con la Gerencia de Nuevas Soluciones; ya que estos informes debían contener Implicaciones, Riesgos y Oportunidades (IRO) de la temática abordada; con el objetivo no sólo de que sea útil y de alto valor, sino

también para marcar una tendencia y una hoja de ruta, que permita facilitar la toma de decisiones bien sea sobre inversiones futuras, nuevas tecnologías a implementar, mercados a incursionar, procesos de mejora, innovaciones, entre otras. De esta forma cada aspecto tiene un alcance específico:

Implicaciones: La identificación de los posibles efectos que pueden tener las tendencias sobre los sectores, negocios y actividades que directa e indirectamente afectan al Grupo EPM.



Oportunidades: Momento o circunstancia en la que hay mayores posibilidades de lograr un objetivo (ya sea de mejora, adopción onin-gresar a un nuevo mercado, etc) planteado por el Grupo EPM.

Tendencias: Fuerzas que inclinan y dictaminan hacia dónde va el mundo en un área determinada.

Riesgos: probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas, representando amenaza y vulnerabilidad.

Figura 4. Conceptos clave del IRO

*Las tendencias no se incluyen en las siglas del IRO porque no se encuentran en un capítulo aparte dentro del informe, como las demás, sino que se desarrollan a lo largo de todo el contenido.

Los informes IRO desarrollan un contenido más amplio que el informe de una vigilancia ya que contienen información técnica, normatividad, mercado, modelos de negocios, entre otros (ver figura 5), dividida por capítulos, dependiendo de la temática abordada. El

propósito es abarcar la mayor cantidad de aspectos relacionados con la temática elegida para cubrir diferentes necesidades de información de interés para la organización y el sector de servicios públicos.

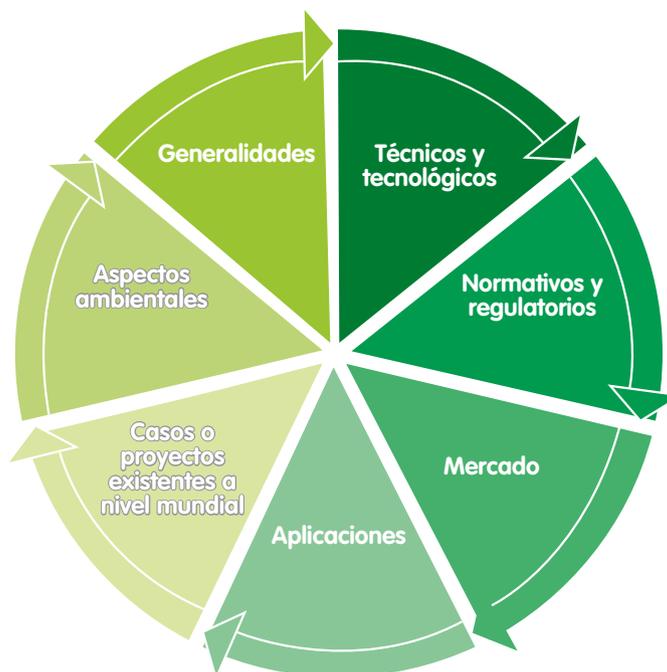


Figura 5. Componentes temáticos de los informes IRO.

Una vez establecido el modelo y la estructura básica para la elaboración de los informes IRO, se plan-

tea un flujograma con momentos clave del modelo de acción (Ver figura 6).

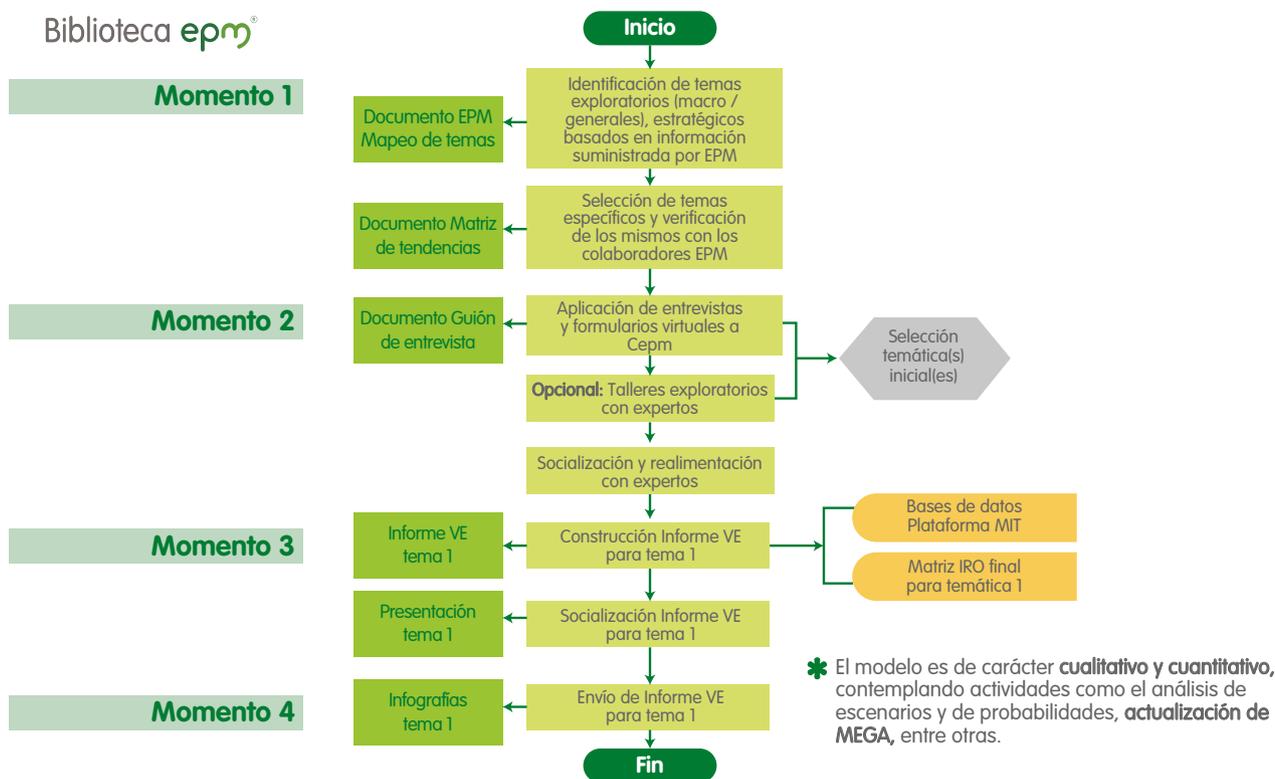


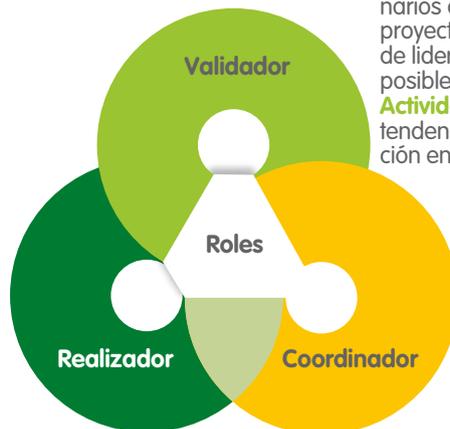
Figura 6. Flujograma del proceso de elaboración del informe IRO.

En el primer momento, es importante definir las temáticas a abordar para cada publicación, de modo que sean actuales, útiles y pertinentes con los intereses de la organización y del sector de servicios públicos.

Para seleccionar dichas temáticas se lleva a cabo una estrategia de identificación y priorización de contenido a abordar en los informes IRO. En el año 2021 se realizó una encuesta con los temas que previamente se habían seleccionado de acuerdo con las tendencias identificadas en el medio, relacionadas con los negocios y focos de la organización; posteriormente, se aplicó a los integrantes de la Gerencia de Nuevas Soluciones para que los clasificaran a partir de la importancia e interés que se le diera a cada uno, teniendo en cuenta las necesidades del Grupo EPM y de esa manera empezar a abordarlos.

A partir de lo que implica elaborar un informe de las características e importancia de un IRO, se decidió involucrar funcionarios del Grupo, denominados en el modelo como CEPM - Colaboradores de EPM (ver figura 7), expertos en las temáticas específicas para cada informe, de acuerdo con su trayectoria en la organización. La encuesta en mención permitió a su vez la identificación de dichos CEPM.

Equipo de Vigilancia Estratégica (VE): Construye y divulga los estudios para impulsar el desarrollo de proyectos a partir del aprovechamiento de información.
Actividades clave: investigación, análisis, desarrollo, construcción y difusión de los estudios estratégicos.



Colaboradores EPM (Cepm): equipo de funcionarios que por la naturaleza de sus cargos y proyectos en la compañía, respresentan un rol de liderazgo para el desarrollo de los temas posibles.
Actividades clave: selección y segregación de tendencias, suministro de información, participación en talleres conjuntos, revisión y aprobación.

GSI: coordina e integra el proceso conjunto para enlazar los estudios con los objetivos y proyectos EPM.
Actividades clave: auditoría, crear enlaces de trabajo con expertos, filtrar las nuevas solicitudes de VE y propiciar la comunicación constante entre las partes.

Figura 7. Actores y sus roles en el modelo de informe IRO.

Después de haber definido la temática, los actores y sus roles; se procede con la elaboración del informe IRO; para esto, se conforman comités que lo abordarán según la etapa en que se encuentre. Estos están distribuidos de la siguiente manera:

- **Comité de autores:** integrado por tres profesionales de distintas disciplinas, que abordarán la temática establecida desde diferentes enfoques, según su área de conocimiento.
- **Comité de revisión:** personas que pertenecen al equipo de VE, un profesional en bibliotecología y profesionales en áreas transversales a la temática del informe IRO.

- **Comité de edición:** conformado por profesionales de la Biblioteca EPM, externos al equipo de VE, los cuales pueden ser el líder del Proceso de Gestión de Información, el Coordinador de la Biblioteca y otros.

Respecto al momento de la redacción y construcción del informe se siguen las primeras etapas establecidas en el ciclo VIE: planificación, búsqueda y captura, análisis de información, inteligencia e implicaciones; para lograr consolidar un contenido claro, pertinente y coherente con los objetivos del informe (ver figura 8).

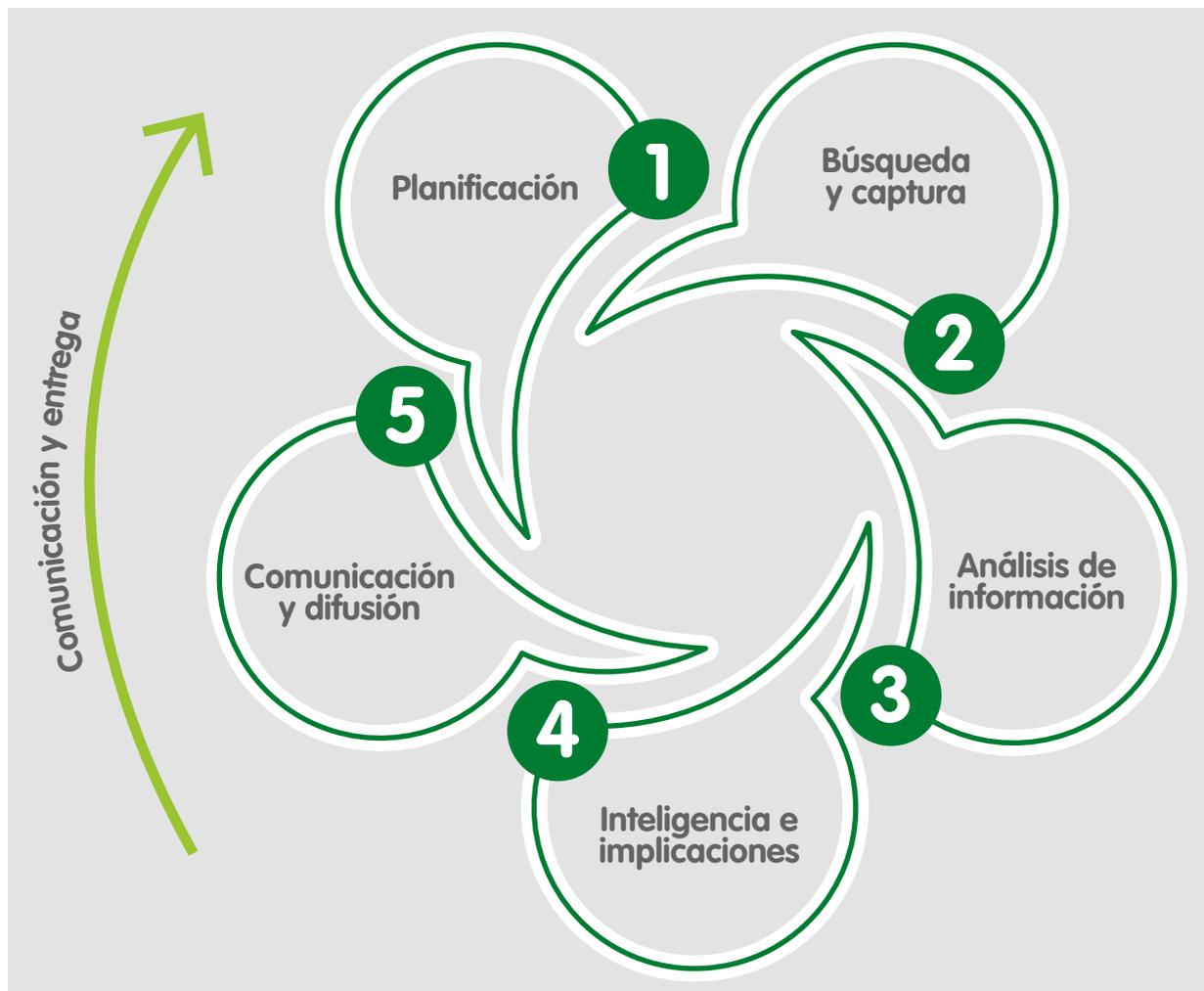


Figura 8. Ciclo VIE.

Para cerrar el ciclo, se comunica y difunde el informe IRO a través de diferentes estrategias, como lo son el envío a correos, publicación en página web, entre otras; las cuales son realizadas por el Profesional de Comunicaciones y Diseño del equipo VE, con el apoyo del área de comunicaciones de la Fundación EPM.

En cuanto a los temas tratados, para los primeros informes se priorizó la línea de *Ciudades inteligentes-Soluciones descentralizadas para la gestión eficiente de la energía*, la cual abarca los subtemas de Almacenamiento e Infraestructura de Medición Avanzada (AMI). Es así como los dos informes que ya han sido publicados son:

1. Ciudades inteligentes – Soluciones distribuidas descentralizadas para la gestión eficiente de la energía con énfasis en almacenamiento, publicado en el año 2021.
2. Ciudades inteligentes y AMI (Infraestructura de Medición Avanzada); dividido en dos módulos:
 - **Módulo 1:** Cómo se presenta AMI en Colombia, normatividad nacional y el despliegue en las ciudades inteligentes; publicado el primer semestre de 2023.
 - **Módulo 2:** Principales actores y aspectos técnicos de AMI, publicado en el segundo semestre de 2023.

En el año 2023 el equipo de VE toma la decisión de analizar la vigencia de las temáticas priorizadas en la encuesta realizada en el 2021; para esto se consultó a la Gerencia de Nuevas Soluciones y se identificó que dicha gerencia está a cargo de cuatro focos específicos, del total de los que plantea el Grupo EPM:

- Foco 1: Transición Energética
- Foco 2: Economía Circular
- Foco 3: Transformación Digital
- Foco 4: Hidrógeno

De acuerdo con lo anterior, se decidió que, el tercer informe IRO a publicar en 2024 abordará el foco de Hidrógeno. Esta iniciativa, fue aprobada por la Gerencia de Nuevas Soluciones del Grupo EPM, ya que desde la organización se han llevado a cabo mesas de trabajo en este tema, se creó el *Hub* y se proyecta como una nueva línea de negocio.

Se planea que una vez se esté finalizando la elaboración del IRO de Hidrógeno, se realice nuevamente la encuesta de priorización, sobre los temas a abordar, con el fin de que el cuarto informe IRO contenga información actualizada y encaminada a los intereses del Grupo EPM y del sector de servicios públicos.

Durante el desarrollo de estos informes se evidenció la importancia de plantear y seguir un procedimiento acorde con los procesos que cubre la Vigilancia e Inteligencia Estratégica (VIE), con el propósito de que el resultado aporte de manera significativa al desarrollo de nuevos conocimientos y la toma de decisiones a nivel organizacional y la transformación dentro de sus áreas de actuación.

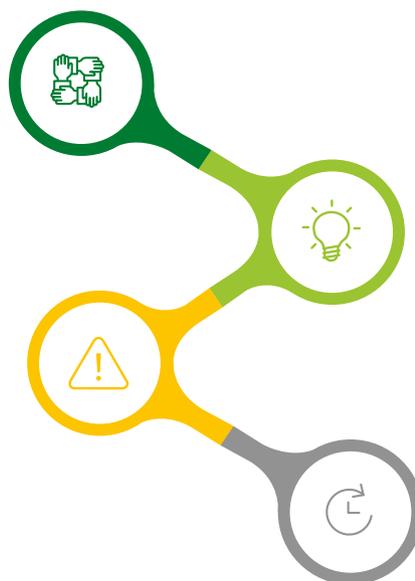
Proceso de Vigilancia e Inteligencia Estratégica (VIE) en el Grupo EPM

En un mundo empresarial caracterizado por constantes desarrollos, la adaptación y toma de decisiones informadas son vitales para el éxito de cualquier organización, razón por la cual la VIE se ha convertido en una herramienta fundamental que trasciende de la mera observación del entorno, e implica el análisis de información relevante a través de un conjunto de acciones constantes de monitoreo y rastreo en áreas específicas (Asociación Española de Normalización, 2018).

El objetivo principal de la VIE es orientar la toma de decisiones asertivas y de alto nivel en toda la estructura organizacional, siendo esto una contribución a la transformación del futuro de las organizaciones en aspectos claves, los cuales se derivan de la propuesta de valor de la información y se plantean en la Norma UNE de la siguiente manera (Asociación Española de Normalización, 2018):

Cooperar
Identificar actores para estructurar **acuerdo de I+D+i**, e identificar proveedores claves (transferencia de tecnología)

Reducir riesgos
Detectar tecnología, o productos / servicios que han llegado a la **madurez** y evitar destinar recursos a lo que ya está hecho.



Innovar
Soportar la definición de **estrategias de innovación**, el desarrollo de productos, justificar la adopción o el abandono de **líneas de I+D**, e identificar nuevas trayectorias tecnológicas.

Anticipar
Alertar sobre **tecnologías emergentes** e identificar mercados, productos o **necesidades emergentes**.

Figura 9. Aspectos clave de la VIE.

Dentro de este contexto, la Biblioteca EPM (programa de EPM administrado por la Fundación EPM) presta el servicio de VIE al Grupo EPM, por medio del equipo de Vigilancia Estratégica (VE), integrado por profesionales de diferentes disciplinas encargados de investigar y analizar el entorno en lo que respecta a identificación de nuevas tecnologías, condiciones del mercado, redes de competidores, alianzas o colaboraciones, normatividad y regulaciones y oportunidades de negocios entre otros aspectos de los contextos asociados a la organización. Según Montoya y Velásquez (2019),

desde que en EPM se comienza a hablar de innovación se implementan unidades destinadas a actividades de desarrollo y creación de nuevos negocios y se comienza a gestar una cultura de creación de valor a partir de esa innovación. La VE, igualmente, comienza a reestructurarse y pensarse como un proceso que pueda apalancar ese crecimiento y la generación de valor en la organización. (p.115)

Desde esta perspectiva, el proceso de VE se presenta como un pilar fundamental para la maximización del rendimiento de la organización, ya que propor-

ciona una visión actualizada del entorno, lo que posibilita anticipar tendencias e identificar oportunidades y amenazas, y a su vez, fomenta la eficiencia en la asignación de recursos y la adaptación ágil a cambios que a veces pueden resultar inesperados; el mantenerse al tanto de estos aspectos permite también conservar un grado alto de competitividad y demostrar compromiso activo con la innovación.

Actualmente, el proceso de VE se encuentra articulado a la Gerencia de Nuevas Soluciones, cuyos miembros brindan directriz para priorizar temas y abordar investigaciones. Este vínculo posibilita un conocimiento de las líneas estratégicas del Grupo EPM y ayuda a orientar de manera más pertinente los productos generados de acuerdo con las necesidades específicas de la organización.

Cabe subrayar que estos productos han dado lugar a una combinación de insumos de información usados para satisfacer distintas necesidades dentro de la organización y que pueden abordar aspectos tanto a nivel operativo como estratégico en diversos temas de las líneas de los diferentes negocios. Es así como, con el propósito de potencializar su eficiencia como herramienta para la toma de decisiones, se

ha estructurado la creación de boletines, alertas, vigilancias a solicitud y el producto más reciente: el informe IRO, los cuales comprenden análisis y estudios de corte cualitativo contruidos a partir de fuentes secundarias.

En el siguiente infográfico, se encuentra una descripción actualizada de los productos mencionados anteriormente:



Figura 10. Productos del proceso VE.

Para obtener más información sobre el Proceso de VE y sus publicaciones, **escanee el código QR** o siga el enlace:



Conclusiones

- La gestión del conocimiento con un enfoque particular en la vigilancia e inteligencia estratégica resulta esencial en entornos empresariales caracterizados por cambios constantes y avances tecnológicos. En el caso del Grupo EPM, la implementación de la VIE por parte del equipo de VE de la Biblioteca EPM, ha demostrado ser un proceso fundamental, que contribuye a maximizar el rendimiento de la organización por medio de información y conocimientos significativos caracterizados por su valor, validez y vigencia.
- Paralelo a la articulación del equipo de VE con el Grupo EPM, se han generado productos e informes segmentados de acuerdo con las tipologías establecidas para los procesos de la VIE; además, su estructuración y categorización buscan potenciar la eficiencia de la VIE como herramienta para la toma de decisiones, ya que esto posibilita contar con una respuesta efectiva para necesidades específicas.
- Los informes IRO de VE, se constituyen como herramientas fundamentales para la organización, estos cumplen con criterios decisivos que buscan proporcionar conocimiento concreto, claro y pertinente sobre temas trascendentales derivados de los procesos de vigilancia e inteligencia estratégica y de las tendencias tanto a nivel de Grupo como del sector de servicios públicos.
- Al constituirse los informes especializados como un producto de la VIE comparten características y ventajas similares tales como: aprender del entorno, mejorar la competitividad, identificar cambios en el mercado, anticiparse a los retos del futuro y aprovechar oportunidades de crecimiento.

Referencias

- Asociación Española de Normalización. (2018). *Gestión de la I+D+i: Sistema de Vigilancia e inteligencia* (UNE 166006:2018). <https://rebrand.ly/yqg4e77>
- LISA Institute. (s.f.). *¿Qué es la Inteligencia Competitiva? (Guía práctica)*. <https://rebrand.ly/1tu67ny>
- Montoya, S. y Velásquez, S. (2019). Vigilancia Estratégica en el Grupo EPM, caso de estudio sobre movilidad eléctrica en Medellín. *Revista EPM*, (13), 113-27
- Observatorio Tecnológico de la Universidad de Alicante. (s.f.). *Guía de Vigilancia e Inteligencia Tecnológica*. <https://rb.gy/btev0b>
- Romeu, E. (21 al 23 de junio de 2016). *Los informes de vigilancia tecnológica para la toma de decisiones sobre nuevas líneas de resultados de las investigaciones*. Taller de la OMPI sobre servicios de apoyo a la innovación de valor añadido con base en la vigilancia y la inteligencia competitiva para el personal de los Centros de apoyo a la tecnología y la innovación (CATI) en las universidades y centros de innovación y desarrollo (I+D) en Colombia. Bogotá. <https://rb.gy/nhx9s>
- Terreros, D. (20 de enero de 2023). Inteligencia competitiva: qué es, cómo usarla y ejemplos. *HubSpot*. <https://rb.gy/ixwd0o>
- Vélez, J. (5 de marzo de 2020). EPM se proyecta al futuro con siete focos estratégicos de gestión. *EPM - Proyectos en el territorio*. <https://rebrand.ly/f7x3j6f>

Cómo citar este artículo:

Montoya, V., Naranjo, S y Osorio, Ó. (2023). Informes especializados: Caso Informe IRO, Vigilancia estratégica de la Biblioteca EPM. *Revista EPM*, (22), 81-97.



Primus Line: solución para garantizar suministro de agua potable para el municipio de Girardota, Antioquia.

Primus Line: solution to guarantee potable water supply for the municipality of Girardota, Antioquia

Andrés Camilo

Cardona Zapata

Unidad de Desarrollo de Intervenciones de Inversión, EPM

andres.camilo.cardona@epm.com.co

Gloria Isabel

Ramírez Bolívar

Unidad de Desarrollo de Intervenciones de Inversión, EPM

gloria.isabel.ramirez@epm.com.co

Resumen

La evolución de un fenómeno de inestabilidad que se presentó en el municipio de Copacabana, al norte del municipio de Medellín, generó la afectación a la red de condición que lleva agua al municipio de Girardota, la cual abastece cerca de 47.000 habitantes en este municipio. Las afectaciones se dieron sobre una tubería en acero del tipo CCP (Concrete Cylinder Pipe), que había sido instalada hace 30 años por EPM, generando la interrupción del servicio en aproximadamente 10 ocasiones durante 3 años, debido a las constantes rupturas que presentaba la red.

La evasión del proceso de inestabilidad mediante una variante no fue posible debido a la extensión de la zona afectada, lo que obligó al cruce de la zona con movimiento. A esta situación se suman las condiciones hidráulicas requeridas para la tubería a instalar, que no permitía la utilización de tuberías flexibles.

Las condiciones antes mencionadas determinaron la implementación de una tubería especial denominada Primus Line caracterizada por la combinación de diferentes capas de materiales resistentes a altas presiones como el Kevlar (fibra de aramida), Polietileno (PE) y Poliuretano termoplástico (TPU), la cual va dentro de un cárcamo o estructura de sacrificio que permite no generar empujes sobre la tubería.

El sistema Primus Line brinda una solución flexible para la rehabilitación sin zanja de tuberías de alta presión para diferentes medios como agua, petróleo y gas. Ofrece largas longitudes, alta flexibilidad, movilidad, bajo peso, espesor de paredes y conexiones especiales bridadas para cambios de materiales o válvulas.

Palabras clave:

Inestabilidad, Afectación, Ruptura, Variante, Condiciones hidráulicas, Tubería flexible, Primus Line, Fibra de aramida, Polietileno, Poliuretano termoplástico, Rehabilitación, Sin zanja, Cárcamo, Alta presión.

Keywords:

Instability, Damage, Rupture, Variant, Hydraulic conditions, Flexible pipe, Primus Line, Aramid fiber, Polyethylene, Thermoplastic polyurethane, Rehabilitation, Trenchless, Concrete box, High pressure.

Introducción

Pese a que en el mundo se da la evolución técnica con alguna facilidad, la implementación de la misma en proyectos o en el desarrollo de infraestructura de servicios públicos resulta bastante lenta, con este artículo se pretende mostrar la implementación de un sistema de tuberías flexibles, la cual corresponde a una tecnología que lleva en el mundo cerca de 20 años, con el fin de compartir esta experiencia y se vea a este tipo de tecnología como una alternativa viable en Latinoamérica.

Por otro lado, los temas de inestabilidad son uno de los mayores problemas que afectan las redes, es así como en áreas donde se esperan movimientos

significativos permanentes, inducidas por el suelo sobre la tubería, se tienen diversas alternativas como aislar la tubería de los movimientos del suelo con el fin de reducir las tensiones y deformaciones sobre la misma, asimismo, el uso de componentes flexibles daría como resultado una reducción del estiramiento axial de la tubería que normalmente se presenta en estas zonas.

En este caso, es necesario para una tubería que está sujeta a un movimiento permanente o continuo del terreno, reducir el riesgo de daños y garantizar su operatividad en el tiempo.

Antecedentes del proyecto

La conducción Copacabana – Girardota de 400 mm que abastece de agua potable a cerca de cuarenta y siete mil viviendas del casco urbano de Girardota y los sectores El Totumo y San Esteban de este mismo municipio, ubicado al norte del Valle de Aburrá. Está construida en acero del tipo CCP (Concrete Cylinder Pipe) con uniones espigo – campana con empaque, con diámetro interno de 400mm y con más de 40 años de uso, no permite grandes desplazamientos del medio de apoyo antes de su fractura o desembone, adicionalmente los arreglos generaron largos tiempos de reparaciones, afectando la continuidad del servicio.

Desde finales del año 2018, se presentaron las primeras señales que alertaban sobre la existencia de un proceso de inestabilidad que estaba afectando

un amplio sector ubicado en la margen izquierda del Río Medellín. Para el año 2019 se tenían afectaciones en infraestructura EPM (acueducto y red matriz de gas), poliducto de la empresa CENIT (Empresa de infraestructura de Ecopetrol), predios del parque recreativo COMFAMA y afectaciones en viviendas del sector.

Para este año el municipio de Copacabana adelantó los estudios con el fin de identificar la problemática, área comprometida, profundidad del evento y la causa de este. Los estudios realizados identificaron una amplia zona con antecedentes de inestabilidad puntual.

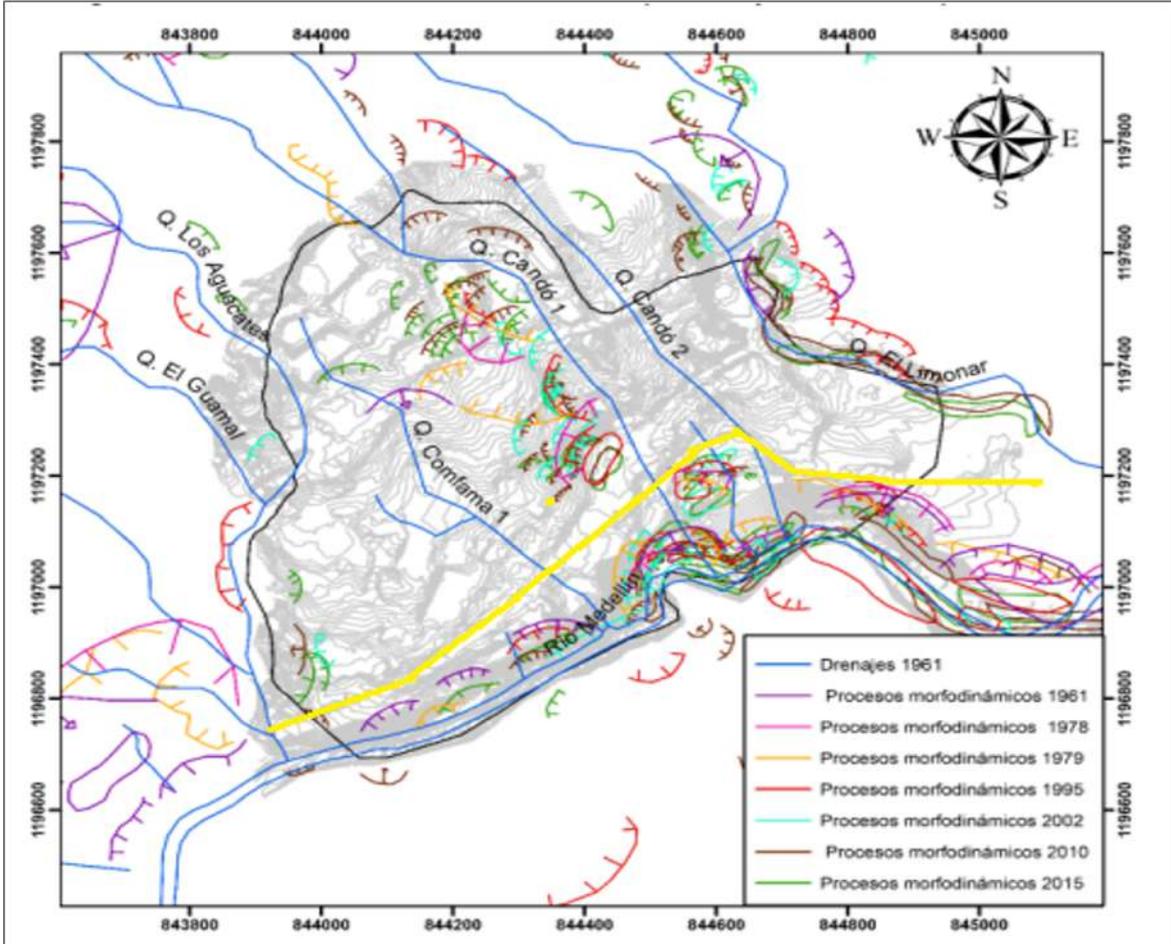


Figura 1. Demarcación de los procesos geodinámicos que afectaron y afectan la zona y ubicación de la conducción con su zona de mayor problema. (INTEINSA, 2019).

Sin embargo, no se pudo definir con exactitud la zona que presentaba un movimiento o la demarcación de los límites del proceso de inestabilidad, lo que si definieron fue que la zona cercana al río Medellín (sector demarcado de la conducción en la figura anterior) era el área con mayor problema de estabilidad, lo cual fue corroborado mediante un monitoreo con inclinómetros los cuales identificaron superficies de falla con profundidades entre 19,5 y 30 metros.

Bajo este escenario es claro que la red quedó inmersa en un proceso de inestabilidad de magnitudes considerables, con una alta dinámica que, incluso, llegó a generar entre el año 2019 y 2021 nueve daños en la red, seis de los cuales fueron solo en el año 2021.

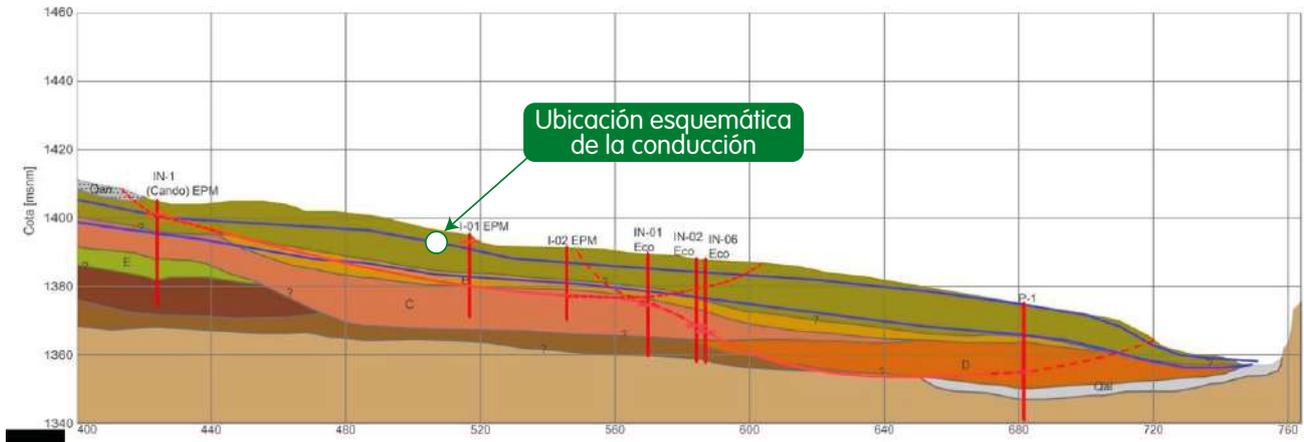
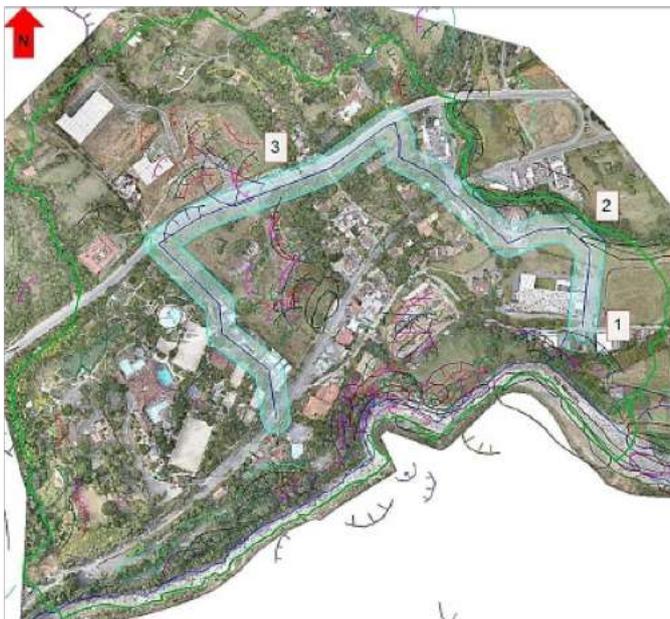


Figura 2. Ubicación de las superficies de falla en la zona y de la conducción en el mismo (de forma esquemática). (INTEINSA, 2019).

Diagnóstico

Para el año 2020 EPM define el trazo de una variante con la cual se procuró sacar la red de la zona con mayor afectación ubicada en la parte baja de la ladera en inmediaciones del río Medellín. En este caso la variante inició por predios ubicados al norte de la zona afectada e interceptando la autopista norte, sentido norte – sur, para luego buscar de nuevo el punto de empalme con la red existente.

Esta variante estaba condicionada al monitoreo de una zona con indicios de inestabilidad ubicada a lo largo de la autopista norte ubicada 250 metros arriba de la zona con mayor afectación (punto 3 en la figura 3). Este monitoreo se realizó mediante inclinómetros de 40 metros de profundidad entre los meses de febrero y septiembre del año 2021.



CONVENCIONES	
— Alineamiento Conducción San Esteban - El Noral	— Procesos 2002 - Foto:208
— Zona de estudio	— Procesos 2002 - Foto:284
— Unidad análisis	— Procesos 2010 - Foto:111
— Procesos 1961	— Procesos 2010 - Foto:580
— Procesos 1978	— Procesos 2010 - Foto:962
— Procesos 1979	— Procesos 2015 - Foto:1253
— Procesos 1995 - Foto:150	— Procesos 2015 - Foto:1344
— Procesos 1995 - Foto:205	— Procesos 2015 - Foto:1418
— Procesos 2002 - Foto:203	— Procesos 2019

Figura 3. Demarcación de la zona de intervención con la variante planteada para la red. (INTEINSA, 2021).

Como resultado de este monitoreo se encontró que en este sector aún se presentan movimientos del terreno a profundidades entre 23 y 26 metros. Esta información permitió a EPM delimitar la zona de movimiento a una franja paralela a la quebrada Candó (ver figura 4). El límite norte del deslizamien-

to es de fácil identificación, sin embargo, hacia el costado sur, la delimitación del proceso presenta algunos inconvenientes, y no permite una identificación exacta de la misma, y esto se debe a que el movimiento no presenta velocidad igual en toda la zona afectada.

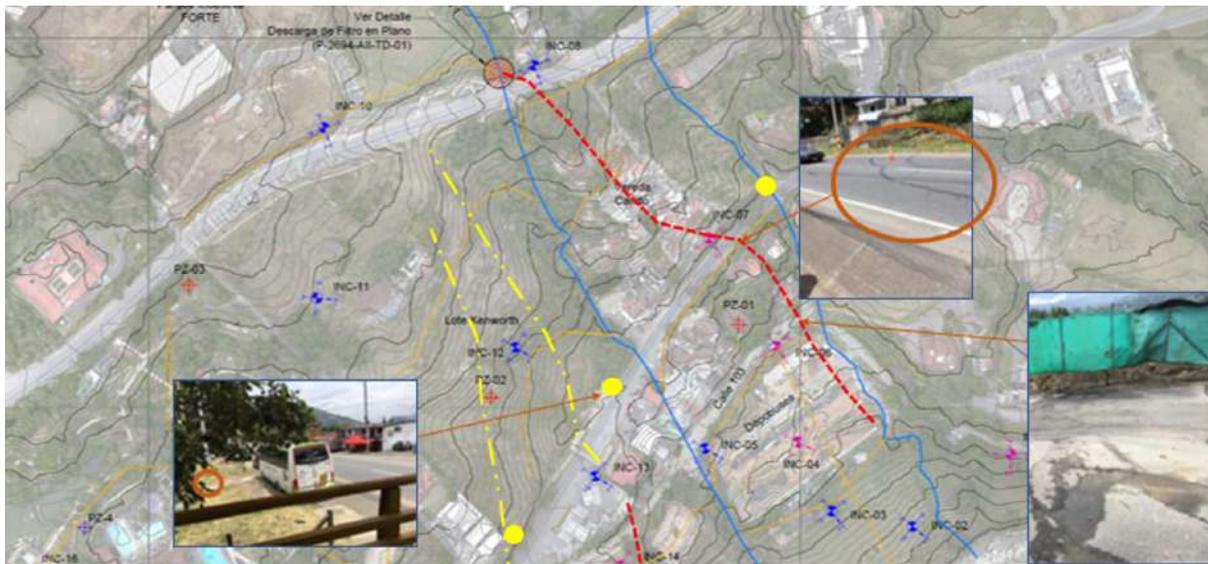


Figura 4. Demarcación en línea roja el límite norte de la zona con movimiento y en líneas amarillas punteadas el límite sur del mismo. (EPM, 2021).

En este caso la zona con movimiento se extiende muy por encima de la zona definida para el trazado de la variante y con profundidades considerables, como se puede observar en la figura 5A, donde se tienen zonas iso-profundidad de la superficie de falla en la zona afectada.

2020 para el proyecto de la red de gas primaria ubicada en este mismo sector (figura 5b), el cual evidenció como la zona con movimiento se concentra a lo largo de la cuenca de la quebrada Candó, y asciende por la ladera mínimo 900 metros (límite de la zona analizada).

Esta información se corroboró con un estudio de deformaciones del terreno mediante monitoreo satelital realizado por la empresa SIXENSE en el año

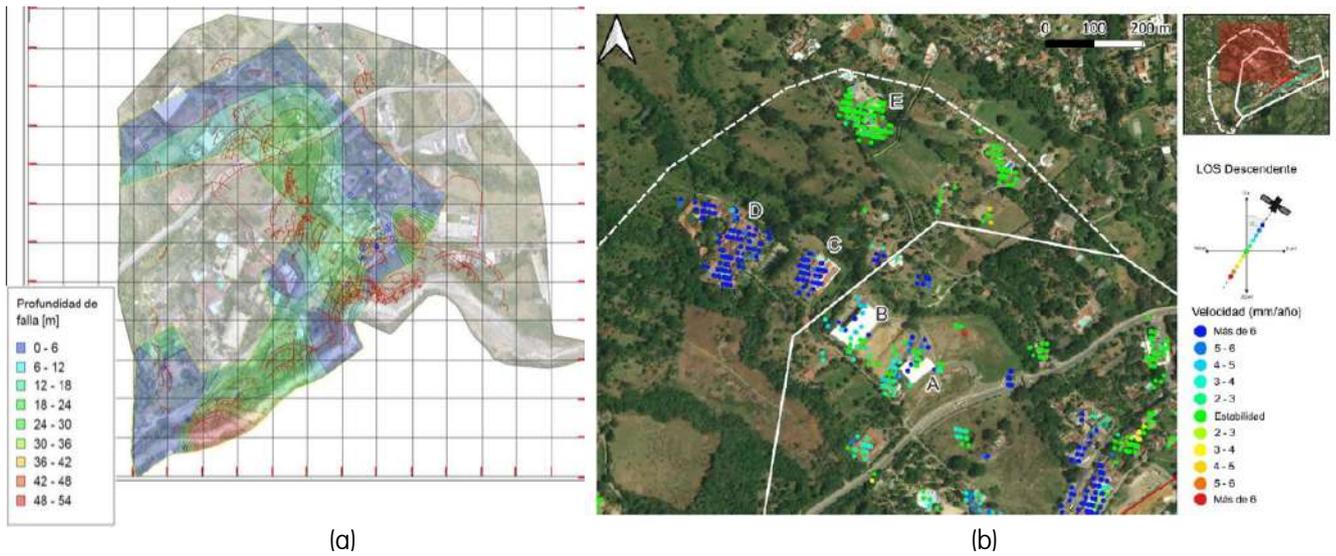


Figura 5. Se observa la variación de la profundidad de la superficie de falla del movimiento que se presenta en la zona incluyendo la zona del nuevo trazado de la red (figura a) y el resultado de velocidades de desplazamiento que presenta la ladera. (figura b) (INTEINSA, 2021 y SIXENSE 2021).

Considerando las condiciones del movimiento detectado, se propuso el desvío mediante una variante proyectada a la altura de la vía autopista norte, sentido norte-sur, que cruzara la zona afectada por el movimiento en masa, teniendo en cuenta que en este caso la condición de que la red va a estar sometida a un movimiento constante del terreno, por lo cual debía ser manejada desde la infraestructura a construir.

Se descartaron alternativas tales como variantes con mayores recorridos con el fin de evitar el movimiento en masa o incluso cruzar bajo la superficie de falla debido a las condiciones geomorfológicas del fenómeno, teniendo en cuenta su gran extensión y alta profundidad, lo que elevaba el costo de las alternativas y presentaba limitaciones en temas de mantenimiento para la red.

Desarrollo de la solución

Considerando la premisa de diseño establecida en la existencia de un tramo sometido a un movimiento constante del terreno, se plantearon varias condiciones con las cuales se buscó minimizar el impacto del movimiento sobre la red, como fueron:

1. La instalación de una tubería que cumpliera con una condición de flexibilidad ante movimientos. En este caso se estimó de acuerdo con las lecturas realizadas hasta el momento en los inclinómetros instalados en la zona del trazado de la red y se rea-

lizaron proyecciones para determinar el tiempo necesario para obtener un movimiento total del terreno de 60 cm, obteniendo que tardarían en obtener este desplazamiento total entre 6,5 y 9 años (este debido a la condición de un movimiento diferencial del terreno).

Bajo esta condición se definió colocar la red dentro de un cárcamo, el cual cumpliría una función básica de no transmitir directamente a la red los empujes generados por el movimiento del terreno. Esta es-

estructura será la primera en mostrar las evidencias de los empujes, lo que requerirá un mantenimiento constante sin que ello represente interrupciones en el servicio o afectaciones directas a la red. En este caso se aprovechó la ubicación del cárcamo coincidiendo con el alineamiento del andén que posee la vía en el costado oriental.

2. La estructura de sacrificio (cárcamo) poseerá un ancho interior de un metro. En este caso la red tiene 0,4 metros de diámetro, dejando un espacio para el desplazamiento o movimiento de reacomodo de la red de 0,60 metros.

3. La red se colocará dentro del cárcamo sobre una serie de polines de Polietileno, con los que se busca reducir la fricción entre el piso de la estructura y la batea de la tubería, es decir, se permitirá el despla-

zamiento de la red dentro del cárcamo por efectos del movimiento del terreno. En términos generales el movimiento del terreno lo experimentará la estructura, por su parte, la tubería flotará sobre los apoyos tratando de conservar su posición original. En este aspecto se espera que sobre la tubería no se generen esfuerzos ya que en ningún momento se está sometiendo la misma al empuje directo del terreno.

4. La estructura de cárcamo o de recepción de la red poseerá una profundidad mínima de un metro, dejando las tapas de este removibles o con cámaras de inspección, con el fin de efectuar la inspección visual y métrica de la misma y poder realizar el reacomodo de ésta dentro del cárcamo en el caso de que se detecten cambios en la posición de la tubería dentro del cárcamo que generen esfuerzos.

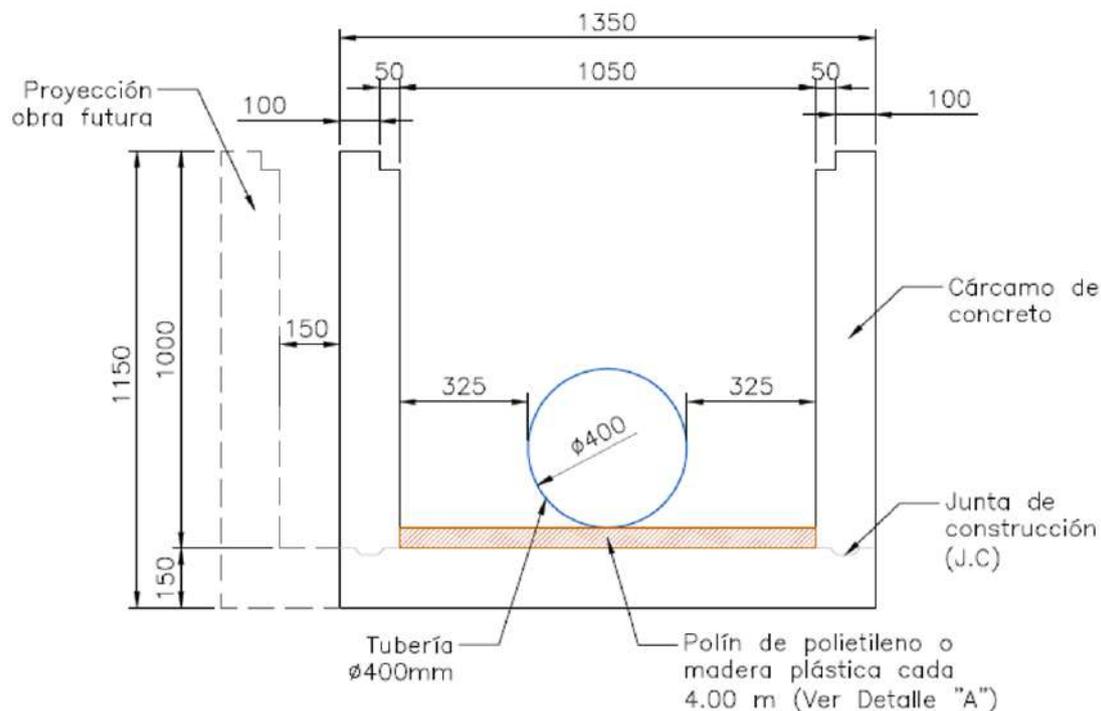
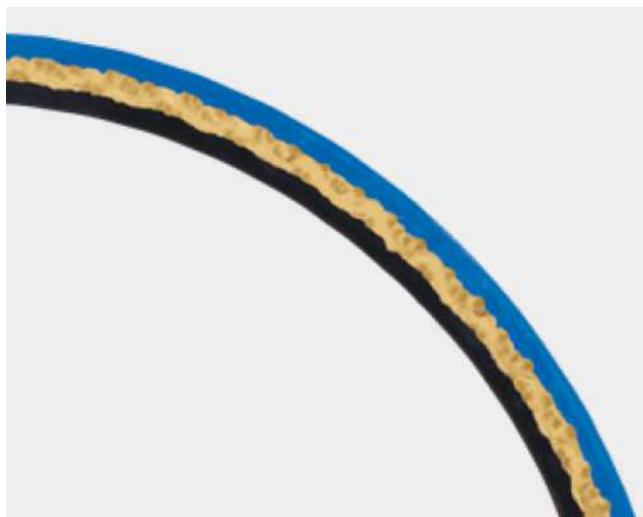


Figura 6. Cárcamo en concreto y apoyo con polín en polietileno. Tomado del diseño de la Conducción San Esteban – El Noral. (INTEINSA, 2022).

Tubería Primus Line

La tubería Primus Line es un sistema integrado de fibra de aramida o tela Kevlar, en una o dos capas según la presión requerida, una capa de recubrimiento interno basado en Poliuretano termoplásti-

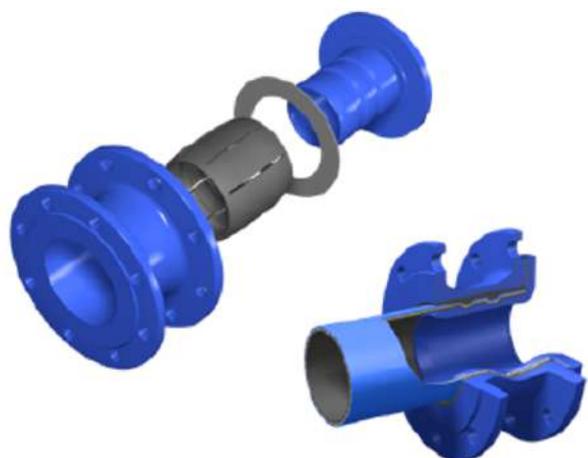
co (TPU) o Polietileno (PE) y un revestimiento externo en Polietileno (PE), protegiendo a la tubería huésped contra la corrosión y abrasión de partículas transportadas en el agua.



■ **Figura 7.** Recubrimientos Primus Line. (Primus Line, 2021).

La unión de la tubería Primus Line con otro tipo de tubería se realiza mediante bridas, para el caso de Primus Line a partir de un conector mecánico que permite ingresar una longitud de la manga a través

de un soporte de acero maleable, al cual posteriormente se le inyecta resina a través de una válvula permitiendo una fijación permanente con alta resistencia a la tensión.



■ **Figura 8.** Conectores de media y alta presión. (Primus Line, 2021).

La tubería Primus Line permite instalar sin ningún tipo de conexión entre 300 m y 2500 m, sin proceso de curado y adhesión, uso reducido de maquinaria y con un rendimiento de hasta 10 metros

por minuto, además de su instalación en áreas de difícil acceso, ofreciendo una puesta en marcha en tiempos reducidos sin afectar significativamente la prestación del servicio.



Figura 9. Carretes Primus Line. (Primus Line, 2021).

Primus Line ofrece para la rehabilitación de tubería de baja presión (122.4 mca a 255 mca) con diámetros internos o hidráulicos entre 134mm y 284mm, media presión (163.2 mca a 571.2 mca) con diáme-

tros internos o hidráulicos entre 134mm y 454mm, y alta presión (326.4 mca a 836.4 mca) con diámetros internos o hidráulicos entre 160mm y 364mm.

	bar																						
	Primus Line® baja presión						Primus Line® media presión						Primus Line® alta presión										
	Diseño híbrido de una sola capa						Diseño Kevlar® de una sola capa						Diseño Kevlar® de doble capa										
	OD	t	ID	rotura	MOP agua	peso agua	OD	t	ID	rotura	MOP agua	peso agua	MOP petróleo/gas	peso petróleo/gas	OD	t	ID	rotura	MOP agua	peso agua	MOP petróleo/gas	peso petróleo/gas	
	mm	mm	mm	bar	bar	kg/m	mm	mm	mm	bar	bar	kg/m	bar	kg/m	mm	mm	mm	bar	bar	kg/m	bar	kg/m	
Primus Line® DN 150	134	6.0	122	63	25	2.1	134	6.0	122	140	56	2.2	35	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Primus Line® SD 150	150	6.0	138	54	20	2.4	150	6.0	138	120	48	2.4	30	2.7	160	8.0	144	206	82	3.3	51	3.6	
Primus Line® DN 200	182	6.0	170	47	18	2.9	182	6.0	170	100	40	3.0	25	3.3	192	8.0	176	173	69	4.0	43	4.4	
Primus Line® SD 203	203	6.0	191	42	16	3.3	203	6.0	191	84	33	3.4	21	3.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Primus Line® DN 250	237	6.0	225	38	15	3.8	237	6.0	225	75	30	4.0	18	4.4	250	8.0	234	128	51	5.3	32	5.8	
Primus Line® SD 261	261	6.0	249	30	12	4.2	261	6.0	249	64	25	4.4	16	4.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Primus Line® DN 300	284	6.0	272	30	12	4.6	284	6.0	272	64	25	4.8	16	5.3	294	8.0	278	110	44	6.4	27	6.9	
Primus Line® DN 350	-	-	-	-	-	-	314	6.0	302	50	20	5.2	12	5.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Primus Line® DN 400	-	-	-	-	-	-	354	6.0	342	46	18	6.0	11	6.7	364	8.0	348	82	32	8.1	20	8.8	
Primus Line® DN 450	-	-	-	-	-	-	408	6.0	396	40	16	7.0	10	7.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Primus Line® DN 500	-	-	-	-	-	-	454	6.0	442	40	16	7.7	10	8.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-

■ **Tabla 1.** Características técnicas y presiones operáticas máximas (MOP) de la tubería Primus Line, ND (baja presión), MD (media presión) y HD (alta presión). (Primus Line, 2021).

La tubería de Primus Line permite instalar grandes longitudes sin generar conexiones debido a su alta flexibilidad, permitiendo realizar radios de flexión de hasta 90°, teniendo en cuenta que solo se debe probar hidrostáticamente cuando se tenga este

tipo de casos a un porcentaje de la presión operativa máxima. Cabe anotar que cuando se trate de radios de curvatura posteriores a cinco veces el diámetro, se aumenta el porcentaje de la prueba de presión.

α [°]	Presión operativa máx. [%] Radios de flexión			Presión de prueba máx. [%] Radios de flexión		
	1.5D	3D	5D	1.5D	3D	5D
0	40.0%	40.0%	40.0%	50.0%	50.0%	50.0%
5	37.5%	37.5%	38.4%	46.9%	46.9%	48.0%
10	35.8%	35.9%	37.3%	44.8%	44.9%	46.7%
15	33.8%	33.9%	36.0%	42.2%	42.4%	45.0%
20	31.5%	31.7%	34.5%	39.4%	39.6%	43.1%
25	29.0%	29.3%	32.7%	36.3%	36.7%	40.9%
30	26.7%	27.1%	30.6%	33.4%	33.9%	38.2%
35	24.7%	25.1%	28.5%	30.8%	31.4%	35.6%
40	23.0%	23.4%	26.6%	28.8%	29.3%	33.3%
45	21.7%	22.1%	25.1%	27.1%	27.6%	31.4%

■ **Tabla 2.** Presiones operáticas máximas (MOP) de la tubería Primus Line bajo radios de flexión. (Primus Line, 2021).

En el caso particular de la conducción San Esteban – El Noral, en el municipio de Copacabana, se presenta un movimiento en masa que compromete 300 metros de la tubería proyectada a instalar, por

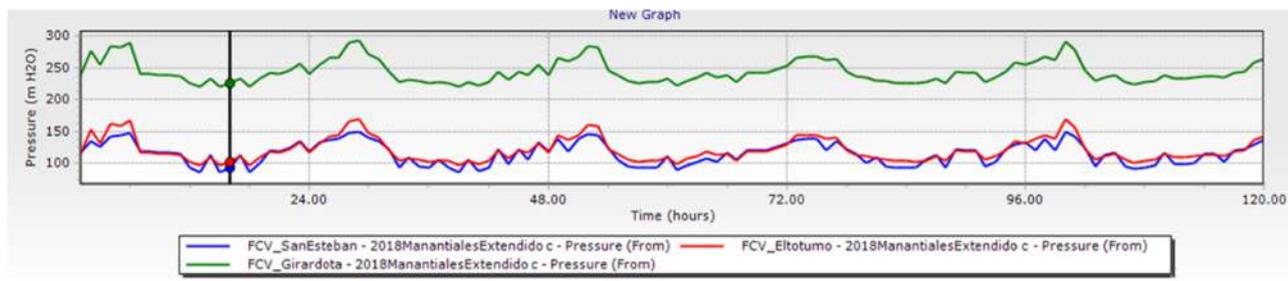
lo tanto, se decide instalar la tubería Primus Line dentro de un cárcamo como estructura huésped para que se mueva libremente y poder anticipar su mantenimiento.



■ **Figura 10.** Alineamiento Conducción San Esteban – El Noral, en el municipio de Copacabana. (EPM, 2021).

El punto de instalación proyectado presenta una de las más altas presiones que se encuentran dentro del Valle de Aburrá, debido a que la cota donde se encuentra la planta que suministra agua potable a esta zona de la ciudad (Planta Manantiales) se encuentra en la cota 1760 msnm, y el sitio de instalación una cota de 1418 msnm, se tendría una presión hidrostática de 342 mca, sin embargo, a partir de

registros de presión del modelo interconectado de Empresas Públicas de Medellín (EPM), la conducción en operación no alcanza los 300 mca, por lo cual se aprueba el uso de la tubería Primus Line de alta presión, para el desarrollo del proyecto para la instalación de tubería con DN400 (diámetro interno de 364mm) y conectores con brida ANSI-300.



■ **Figura 11.** Presiones de servicio para el tramo a instalar en Primus Line. (EPM, 2021).

Conclusiones

- Una zona con una extensiva área de inestabilidad no permite la instalación de tubería metálica convencional, generando la exploración de tuberías flexibles que soporten altas presiones y permitan convivir con la zona en movimiento, sin generar impacto en los indicadores de continuidad del servicio de agua potable a cerca de 47.000 usuarios ubicados en el norte del Valle de Aburrá.
- Exploraciones de las profundidades y velocidades de la superficie de falla, concluyeron el elevado costo de instalación y mantenimiento de una red de agua potable proyectada bajo la zona en movimiento o rodeando el área afectada.
- La tubería Primus Line de alta presión permite realizar rehabilitaciones dentro de una tubería huésped, en nuestro caso particular, dentro de un cárcamo en concreto y sobre polines en Polietileno, que permite que la red realice desplazamientos controlados y monitoreados, ofreciendo una solución para las condiciones del terreno y alta presión para el transporte de agua potable.
- Se presentan las características dimensionales como diámetros y longitudes mínimas y máximas de fabricación, características mecánicas, tipos de recubrimientos y conectores según la presión

máxima de operación, flujo a transportar y radios de giro máximos a implementar, para la correcta instalación de la tubería Primus Line.

- A partir del modelo interconectado de agua potable de Empresas Públicas de Medellín, se aprueba el uso de tubería Primus Line DN400 con conectores bridados ANSI-300, para un tramo de aproximadamente 300m, donde se presenta la zona afectada.
- Se enfatiza en las ventajas que presenta la instalación de este tipo de tubería flexible, en zonas de difícil acceso tanto para el personal como maquinaria, tiempos de instalación, pruebas hidrostáticas, sin impactar significativamente la prestación y continuidad del servicio, según las particularidades de cada proyecto.

Referencias

- INTEINSA. (2019). *Estudio problemática Ancón II*. Documento disponible en la intranet corporativa.
- INTEINSA. (2021). *Estudio geológico – geomorfológico Conducción San Esteban – El Noral*. Documento disponible en la intranet corporativa.
- EPM. (2021). *Movimiento en masa Copacabana*. Documento disponible en la intranet corporativa.
- SIXENSE. (2021). *Estudio de deformaciones del terreno mediante monitoreo satelital*. Documento disponible en la intranet corporativa.
- Primus Line. (2021). *Documento de soporte técnico*. Documento disponible en la intranet corporativa.
- EPM. (2021). *Modelo interconectado*. Documento disponible en la intranet corporativa.

Cómo citar este artículo:

Cardona, A. y Ramírez, G.. (2023). Primus Line: solución para garantizar suministro de agua potable para el municipio de Girardota, Antioquia. *Revista EPM*, (22), 98-112.



Foto: John Edison Mesa Fernández
"Inocencia Emberá Katío"



Fotografía: Víctor Bladimir Peñaranda Archila. *El arcoiris desde la caída del vertedero*

El serpenteante río Cauca, sus comunidades ribereñas y sus imponentes paisajes rodeados de fauna y flora única:

Inspiración para el Concurso de Fotografía de Hidroituango

**Alvaro
Cuervo Alméciga**

Gerencia de Identidad Corporativa,
EPM

alvaro.cuervo@epm.com.co

**Oscar Eduardo
Cano Sepúlveda**

Departamento Diseños
Arquitectónicos, EPM

oscar.cano@epm.com.co

El espejo de agua de Hidroituango recorre 80 kilómetros entre las montañas de Antioquia, continúa su curso hasta su desembocadura en el río Magdalena hasta llegar al mar. Con este concurso de fotografía se buscó mirar y reconocer la central Hidroituango y los municipios de interés como un lugar de todos y para todos, así quisimos que el cariño de la gente EPM se permeara por todos los rincones de los municipios que hacen parte del área de interés a través de esta iniciativa.

Las imágenes recibidas reflejaron el cariño, respeto y admiración que se tiene por este proyecto de interés nacional y que hoy representa todo el esfuerzo y la tenacidad de cientos de personas que aportaron a su construcción, en esta primera fase.

A esta invitación respondieron 376 fotógrafos con sus 1026 fotografías. Un proceso muy enriquecedor donde vimos como los colaboradores y habitantes del territorio explotaban sus talentos y mostraban lo más lindo de sus municipios.

Fueron nombrados jurados externos quienes revisaron temas como: técnica, composición, estilo, tema de la fotografía, encuadre, iluminación, entre otras. Los jurados fueron: Ramón Reverté; director editorial RM, crítico, gestor cultural, Gloria Restrepo; artista y fotógrafa colombiana y Miguel Mesa; fundador y editor de Mesa Estándar Editores.

La decisión del jurado fue otorgar los premios que también eran llamativos para motivar la participación de la gente, fue así como se entregaron, una cámara profesional Nikon COOLPIX P1000 16.7 Cámara digital con pantalla LCD de 3.2 pulgadas para el primer puesto, un iPad 10.9" pulgadas 64 GB 10ma Gen Wifi para el segundo puesto y para el tercer puesto y el premio para la fotografía seleccionada por el público fueron dadas una GOPRO HERO 10 BLACK para cada uno.

El jurado decidió que el tercer lugar fuera para Alejandro Londoño Rueda, la Fotografía es *Casa de Máquinas, tubo de aspiración. Unidad 1* tomada en

Briceño. El segundo lugar, fue para Luis José García Melo con su fotografía Pesca peligrosa tomada en Ituango y el ganador del primer lugar en el concurso de fotografía de Hidroituango fue Carlos Augusto Aldana Arboleda con su fotografía: *Melancolía* realizada en el municipio de Briceño. Es importante, además, resaltar que se realizó una votación entre los usuarios para entregar un cuarto premio del público y con 175 votos, la ganadora fue Elsa Mary Hernández Daza con su fotografía *Kits escolares* tomada en Peque.

Después de la decisión se hizo una ceremonia bastante especial para que el Vicepresidente Proyectos Generación Energía, William Giraldo Jiménez, la Directora Ambiental, Social y Sostenibilidad, Miriam Trujillo Ciro y el equipo organizador del concurso de fotografía Hidroituango hiciera entrega de los premios a los ganadores. Además se realizó el montaje de unas gigantografías expuestas en el vacío del Edificio EPM con las 4 fotografías triunfadoras y sus respectivos créditos, de igual manera por mes y medio se utilizaron algunas de las fotografías ganadoras en el papel tapiz de todos los computadores de la organización incluyendo las pantallas de las salas de reuniones.

Este concurso también permitió construir un banco de imágenes de la mano de las comunidades, fotografías que serán usadas en los diferentes productos comunicacionales definidos en la estrategia comunicacional de EPM. Algunas imágenes cuidadosamente seleccionadas harán parte del calendario de 2024 de la Central Hidroituango que se entregará a gente EPM y personas del territorio.

Para EPM fue un honor dar visibilidad al talento tanto de la gente EPM como de las poblaciones de interés de Hidroituango: Buriticá, Peque, Liborina, Sabanalarga, Toledo, Briceño, San Andrés de Cuerquia, Yarumal, Olaya, Ituango, Santa Fe de Antioquia, Valdivia, Tarazá, Cáceres, Caucasia y Nechí, a ellos y a todos los que apoyaron esta iniciativa EPM desea extender un gigantesco ¡¡¡GRACIAS!!

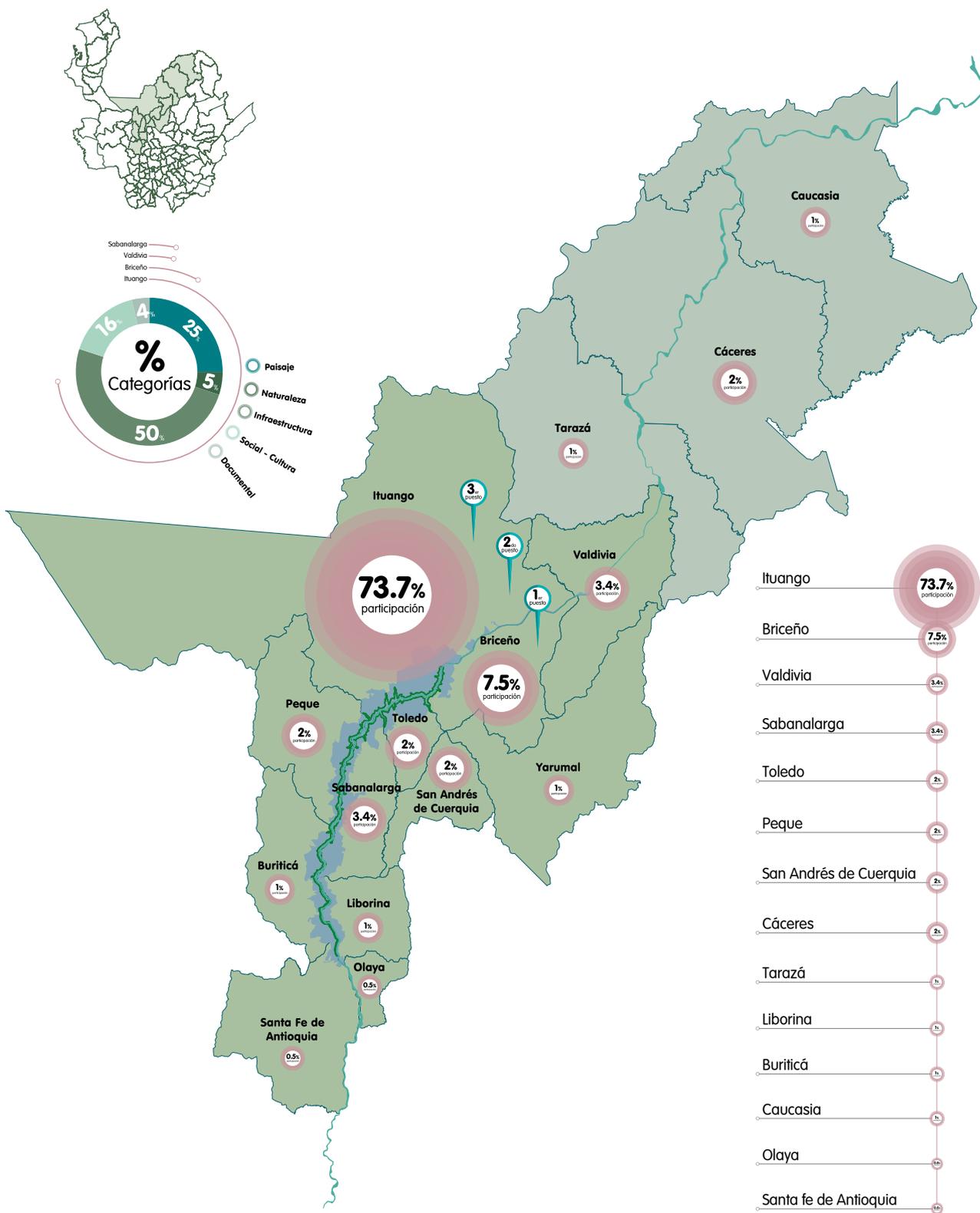


Figura 1. Mapa área de Influencia del Proyecto - Municipios participantes.



Fotografía: Carlos Augusto Aldana Arboleda. *Melancolía*.

Primer puesto

Segundo puesto



Fotografía: Luis José García Melo. *Pesca peligrosa.*

Tercer puesto



Fotografía: Alejandro Londoño Rueda. *Casa de Máquinas, tubo de aspiración. Unidad 1.*

Premio del público



Fotografía: Elsa Mary Hernández Daza. *Kits escolares.*



1



2



3



4



5



6

Fotografías:

1. **Darley Cardona Buitrago.**
Creer de nuestros errores
2. **Durley Alejandro Uribe Durango.**
El summun de bredunco
3. **Edison Buriticá.**
Amanecer del turco
4. **Juan Estrada.**
Espejo
5. **Davinson Barrientos.**
A lo hecho pecho
6. **Óscar Mauricio Cabrera.**
Salto del río Cauca



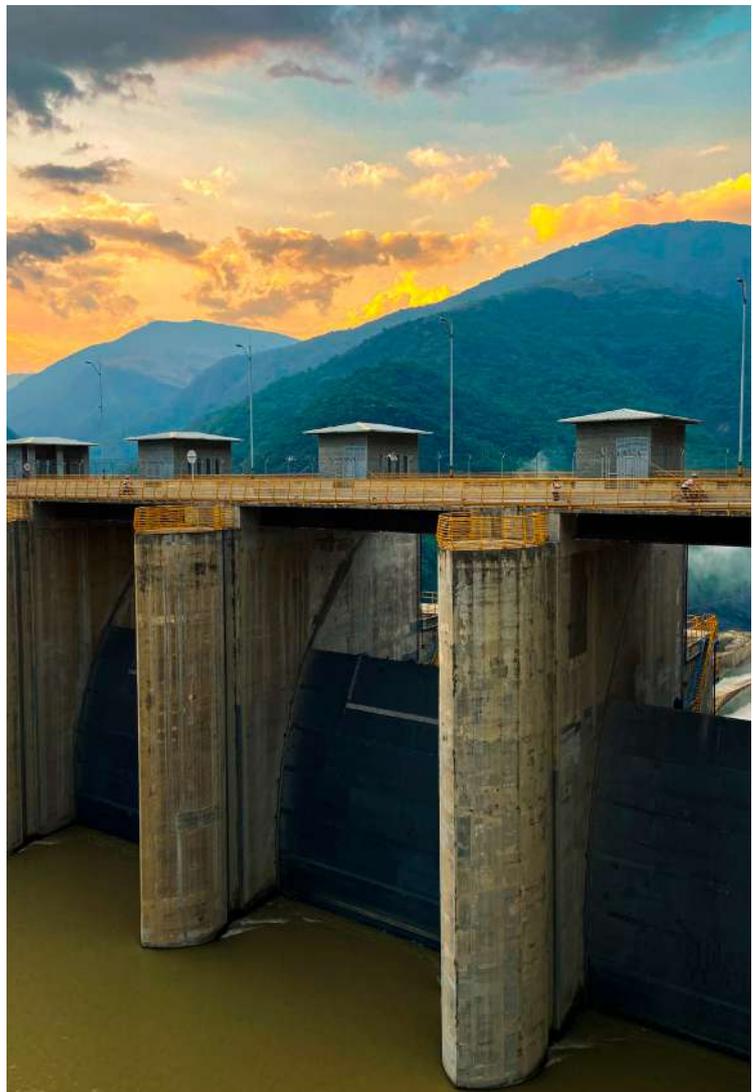
1



2



3



4

Fotografías:

- 1. Esteban Ruiz Lopera.**
Equilibrio
- 2. Víctor Bladimir Peñaranda.**
Unidades 1 y 2
- 3. Ricardo Vallejo.**
Felices de trabajar acá
- 4. María Paula Duque Muñoz.**
Paisajismo mágico



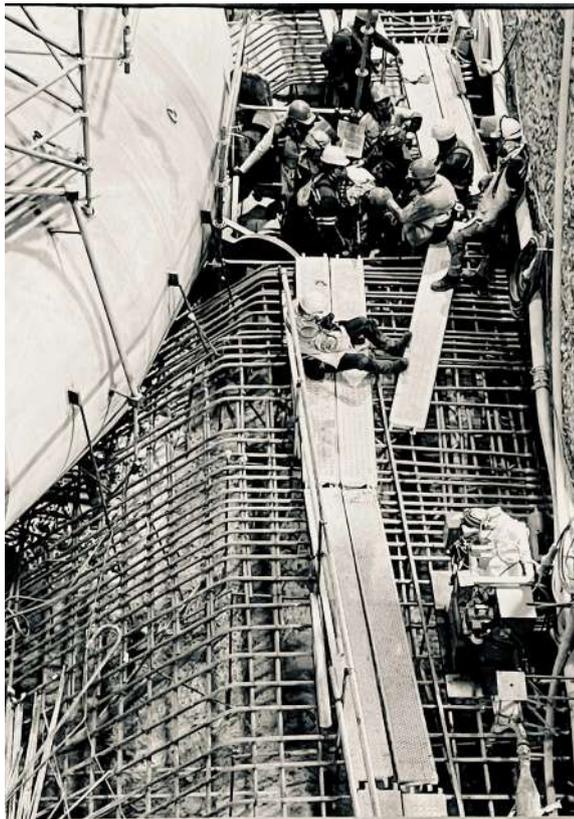
1

Fotografías:

- 1. Nelson Darío Grajales Ospina.**
Caída de agua de la represa
- 2. Juan Carlos Monsalve Barrientos.**
Campos de niebla
- 3. Juan Pablo Molina Flórez.**
Confinados
- 4. John Sebastian Orozco Osorio.**
Poderoso túnel



2



3



4



1



2



5



3



4

Fotografías:

- 1. Esteban Echavarria Jaramillo.**
Lanchas transportando buchón
- 2. José Alexander Marín Muñoz.**
La chispa adecuada
- 3. Hugo León Herrera Escobar.**
Compuerta

- 4. Juan Daniel Vásquez Restrepo.**
Alado enmascarado
- 5. Jairo Higuita.**
Dos mundos



1



2



4



3

Fotografías:

1. Elsa Mary Hernández Daza.

Embalse

2. Juan Daniel Mejía Arango.

La armadura del proyecto

3. Rafael Antonio Ostos Sánchez.

Vertedero

4. Julián Muñoz.

Humedal Puerto Antioquia



1



2



3



4

Fotografías:

- 1. Juan Luis Londoño Giraldo.**
La chiva y los indígenas
- 2. Sebastián Orozco.**
Visión
- 3. Elsa Mary Hernández Daza.**
Maquinaria
- 4. Rubén Horvey Torres Restrepo.**
El bosque seco tropical entre nubes

Fotografías:

1. Nestor Daniel Jurado Betancur.

Caminos veredales

2. Diana Fernanda Taborda Álvarez.

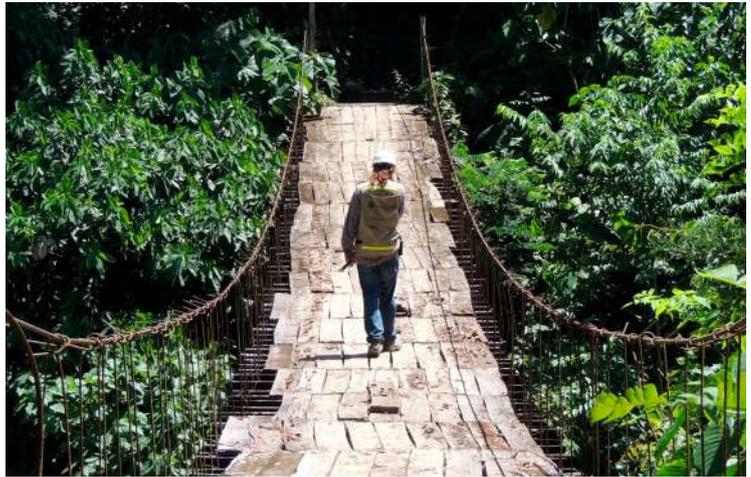
La sonrisa de don Alberto

3. Oscar Eduardo Cano Sepúlveda.

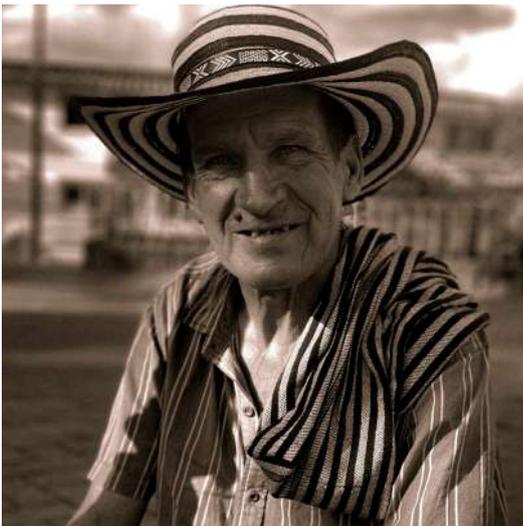
Infraestructuras cotidianas

4. Sofía Muñoz Duque.

Dinámica de vida



1



2

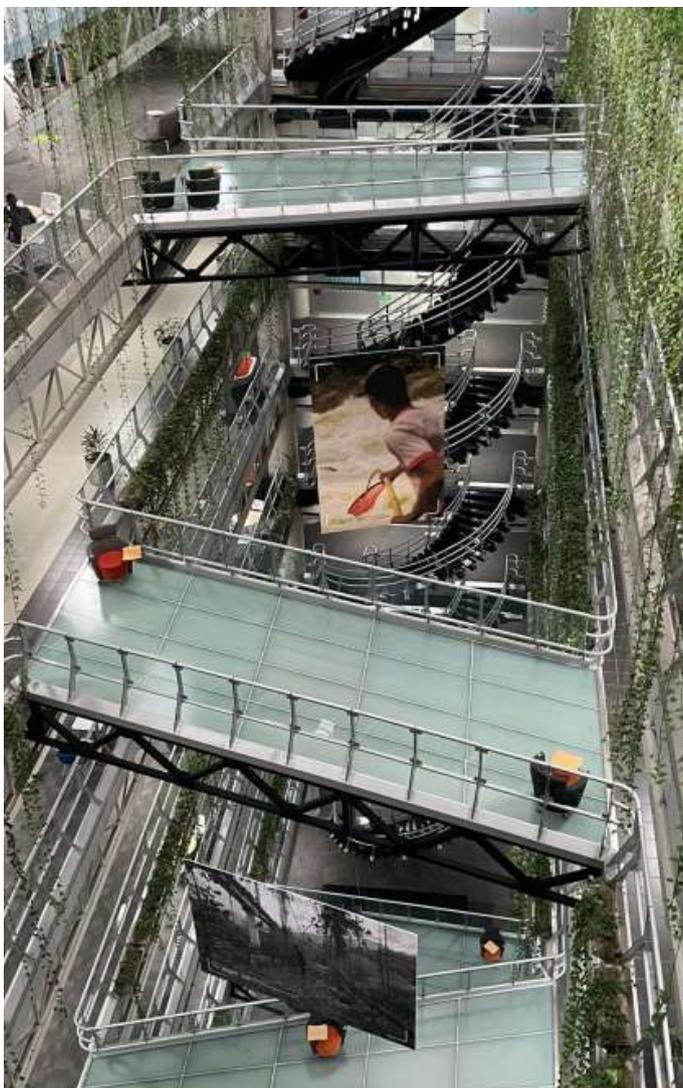


3



4

Divulgación del Concurso y ganadores: El vacío central como galería de arte.



Para la divulgación y exposición de las fotografías ganadoras, se presentó una propuesta por el DDA, para disponer del vacío central del Edificio EPM, como una galería itinerante, que serviría como plan piloto para futuras muestras y montajes artísticos.

La muestra temporal se basa en una reproducción en gran formato de las 4 fotografías ganadoras, instaladas desde los puentes que atraviesan el vacío y suspendidas, de manera que se pudieran apreciar desde varios pisos del edificio.

Los cuadros colgantes convirtieron el vacío en una galería de exposición artística para los mismos colaboradores de la empresa, donde se pudiera apreciar el arte y la fotografía desde "casa", incitando a los colaboradores a una mayor participación en futuros concursos y convocatorias de índole artística.

Cómo citar este artículo:

Cuervo, A. y Cano, O. (2023). El serpenteante río Cauca, sus comunidades ribereñas y sus imponentes paisajes rodeados de fauna y flora única: Inspiración para el Concurso de fotografía Hidroituango. *Revista EPM*, (22), 113-128.

Convocatoria para publicar en la Revista EPM

El Comité Editorial de la Revista EPM invita a la postulación de artículos, para las próximas ediciones, en temas relacionados con las líneas temáticas del Grupo EPM y otros contenidos enmarcados en la filosofía de la Revista, orientada a la divulgación y apropiación social del conocimiento. La estructura de los artículos debe tener en cuenta los lineamientos que se presentan en la Guía para Autores Revista EPM 2022.pdf.

Fechas para el envío de los artículos

Edición No. 23 (Ene.-Jun. 2024):

fecha límite de recepción 23 de febrero de 2024

Edición No. 24 (Jul.-Dic. 2024):

fecha límite de recepción 28 de junio de 2024

Recepción de artículos y contacto

Revista EPM

dep01980568@epm.com.co

gestiondeinformacion@fundacionepm.org.co



epm[®]

estamos ahí.

www.epm.com.co