

Plan Indicativo de Bioenergía del Pacífico  
**PIBE - PACÍFICO**

ANEXO 1: Figuras y tablas

Subdirección de Hidrocarburos

Subdirección de Demanda

Dirección General-Grupo de Enfoque Territorial



Unidad de Planeación  
Minero Energética



Diciembre de 2024

## **Descripción del ANEXO**

El presente documento soporta los resultados planteados en el Avance 1 del Plan Indicativo de Bioenergía del Pacífico. La información presentada en este anexo corresponde a soportes cartográficos, figuras procesadas en Excel y tablas citadas en dicho Avance.

**Tabla (de Anexo 1) 1.** Referencias sobre el desarrollo de la bioenergía 2009-2024: Nacional y de la región del Pacífico.

Titulo/referencia	Aspectos relevantes
Atlas del potencial energético de la Biomasa residual en Colombia (Humberto Escalante Hernández, 2009)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se incluyó la identificación, caracterización y evaluación del potencial energético de los residuos orgánicos provenientes de ocho cultivos promisorios, tres actividades pecuarias y dieciocho municipios como fuente de residuos sólidos urbanos en plazas de mercado, además de los generados por las podas en áreas urbanas.</li> <li>• Se recopiló información agrícola del 2006, información avícola y bovino del 2008 y del sector Porcícola del 2007; los residuos sólidos urbanos y plazas de mercado presentó información del 2007 y 2008.</li> <li>• Se indica que el conocimiento relacionado con el potencial energético de la biomasa contribuye a mejorar las acciones para el aprovechamiento eficiente de los residuos sólidos orgánicos con fines energéticos, ligado a beneficios ambientales como la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la minimización de la disposición de contaminantes al suelo, agua y aire.</li> </ul>
Estado del Arte y Novedades de la Bioenergía en el Colombia (FAO, 2011)	La FAO valoró la promoción de las energías alternativas y la bioenergía en Colombia, incluido esto en la Ley 697 de 2001 y Decreto 2688 de 2008. Se indicó que a 2011 el programa de biocombustibles en Colombia logró contribuir al desarrollo agrícola y crecimiento tecnológico del sector, por la utilización de tierras ociosas, con actividades que garantizan empleo estable y bien remunerado sin afectar los bosques.
Bioenergy Technology Roadmap for Colombia (M. Á. González et al., 2014)	<p>Se recomendó lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Escenario 1</b>, se centra en nuevas tecnologías y apunta a su implementación para la producción de biometano, la generación de energía basada en biomasa y la combinación de calor y electricidad. Fijar el mandato para mezclar biocombustibles líquidos de primera generación.</li> <li>• <b>Escenario 2</b>, combina tecnologías nuevas y tradicionales y apunta a una combinación de nuevas tecnologías para la producción de biometano, electricidad y cogeneración con un mayor crecimiento de los biocombustibles de primera generación.</li> </ul> <p>Para cada uno de los dos escenarios se plantearon un conjunto detallado de objetivos, hitos, tecnologías, políticas y barreras. Los objetivos a largo plazo en el área de la bioenergía incluyeron:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Biodiésel:</b> aumentar el mandato 20% (B20%) en 2020 y 30% (B30) en 2030.</li> <li>• <b>Bioetanol:</b> a) aumentar el mandato de cuota a E20 en 2025 y b) implementar un programa de combustible E85 en 2030.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Diésel renovable:</b> lograr una contribución del 10% (en términos energéticos) de este biocombustible a la producción total de diésel en 2030.</li> <li>• <b>Biometano:</b> utilizar el 5% de los residuos de biomasa y el 1% de los recursos de desechos animales a nivel nacional para producir biometano que será inyectado a la red de gas natural al 2030.</li> <li>• <b>Generación de energía y cogeneración:</b> a) alcanzar un objetivo de energía renovable del 10 % para 2025, b) utilizar el 5 % del biogás procedente de desechos animales y plantas de tratamiento de agua municipales a nivel nacional para 2030, c) utilizar el 100 % del biogás producido en el proceso de tratamiento de agua de las plantas de producción de biodiésel al 2030, d) utilizar el 10% del agua municipal</li> </ul> <p>Las conclusiones del trabajo sugieren medidas políticas más efectivas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que pudieran evitar la liberación de metano a través de gases de vertedero y biogás de desechos animales/aguas residuales mediante la combustión en motores alternativos, seguido de la reducción de las emisiones de CO2 en la generación de energía basada en biomasa y políticas sobre biocombustibles de primera generación.</p>
<p>Methodology for estimating biomass energy potential and its application to Colombia (M. A. González et al., 2014)</p>	<p>Se presentan los siguientes aspectos más relevantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodología para estimar el potencial energético de la biomasa y su incertidumbre a nivel de país.</li> <li>• Armonización de enfoques y supuestos en estudios de evaluación existentes.</li> <li>• Se estima el potencial energético teórico y técnico de la biomasa en Colombia en 2010.</li> </ul>
<p>Fundamentos para el desarrollo de una política nacional de bioenergía (Infante Villarreal, 2014)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A 2014, se estimó que la biomasa que se producía en Colombia provenía casi en un 50% de los sectores azucarero y palmero, aunque la mayoría de los residuos (44,38%) se originaban en el sector azucarero.</li> <li>• Se consideró la participación de la biomasa en la canasta energética nacional, en la búsqueda de políticas de desarrollo del sector en un país agrícola, que como Colombia, permitan aprovechar residuos de biomasa que ya se producen o que pueden producirse en mayor cantidad-</li> <li>• También se estimó en 2014 que, si se utilizaran la biomasa sólida y el biogás generado de la industria palmera, en la producción de energía térmica y eléctrica se podría producir</li> </ul>

	<p>aproximadamente 300 MW para entrega a la red, los cuales, sumados a lo cogenerado por el sector del azúcar, pondría el aporte de los dos sectores en 500 MW en el año 2018.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En cuanto al desarrollo de biocombustibles, una de las consideraciones futuras hace referencia a la producción nacional y la disponibilidad de materia prima interna para fabricarlos: el documento hace hincapié a biodiésel y bioetanol.</li> <li>• Se indicó en 2014 la necesidad de analizar cuidadosamente el tema de la calidad del biodiésel de palma colombiano respecto a su comportamiento en ambientes de baja temperatura, teniendo en cuenta la presencia de los elementos menores como el estéril glucósido que pueden ocasionar muchos problemas en cuanto a la precipitación de cristales sólidos que obstruyen las tuberías y los filtros.</li> </ul>
<p>Plan de energización rural del departamento de Nariño: PERS-Nariño (UPME, IPSE, &amp; Universidad de Nariño, 2014)</p>	<p>Se identifican varios proyectos relacionados con bioenergía:</p> <p>i) <u>Análisis de oportunidades energéticas con fuentes alternativas en el departamento de Nariño</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el documento se presenta un análisis de los recursos aprovechables por fuentes no convencionales de energía (FNCE) tales como la solar, geotérmica, eólica y de biomasa,</li> <li>• Se evidenció como resultado del estudio que gran cantidad de recursos aprovechables en energías no convencionales no habían sido aprovechadas.</li> <li>• Se lograron identificar proyectos aislados sobre el potencial energético renovable del departamento y desarrollados esencialmente por propietarios interesados en estas temáticas</li> <li>• Se identificó que los biodigestores son sistemas aplicables en diferentes zonas, y son considerados sistemas viables y de gran beneficio energético en el departamento.</li> </ul> <p>ii) <u>Estudios detallados para el aprovechamiento de los Recursos biomásicos con uso de biodigestores para generación de energía y producción de abono Orgánico en el municipio de Cumbal</u>: El objetivo del proyecto radicó en el aprovechamiento de los recursos biomásicos existentes en biodigestores para generación de energía y producción de abono orgánico en el municipio de Cumbal; se buscaron obtener efectos positivos como la disminución de costos de conservación de la leche, la reducción de costos de vida, la aminoración del deterioro ambiental, la atenuación de los riesgos en la salud de la población y la mitigación de la contaminación</p> <p>iii) <u>Estudio de prefactibilidad de generación de energía Eléctrica a partir del biogás del relleno sanitario Antanas del municipio de Pasto</u>: El objetivo del proyecto fue plantear la</p>

	<p>implementación de un generador (planta compuesta por motor de combustión interna), utilizando parte del sistema de extracción de Biogás existente, la cual actualmente no se encuentra en uso por motivos jurídicos y administrativos.</p> <p>iv) <u>Aportes a la sostenibilidad del sector panelero mediante gestión energética en el departamento de Nariño</u>: El objetivo del proyecto fue caracterizar el uso de energía en los trapiches de producción de panela de la subregión occidente de Nariño, determinar la oferta de fuentes de energía en esta cadena productiva y potenciales subproductos, así como para proponer planes y programas de uso racional y eficiente de energía.</p>
<p>Plan de energización rural sostenible del departamento de Chocó. PERS-Chocó (UPME, IPSE, &amp; Universidad Tecnológica del Chocó, 2014)</p>	<p>Los proyectos relacionados con bioenergía fueron:</p> <p>i) <u>Estudio de factibilidad de un sistema de energía renovable que incremente los ingresos económicos de la cadena productiva de arroz en el municipio de Carmen del Darién</u>: este proyecto adicional a las alternativas de energía solar, incluyó el análisis del uso de la cascarilla de arroz (biomasa generada en alta proporción en el proceso productivo) a la cual no se le está dando una correcta disposición en su uso final. Diferentes autores han resaltado la utilidad potencial que posee la cascarilla de arroz para la generación de energía eléctrica y térmica, así como su uso en compost, abonos, sustrato en hidroponía, pellets, etc</p> <p>ii) <u>Estudio de factibilidad del potencial de uso de energías renovables para la transformación de caña panelera en el municipio de San José del Palmar, departamento del Chocó</u>: Dentro de los objetivos se identifica el uso del bagazo y residuos de cosecha, los cuales, pueden ser sometidos a un proceso de secado, para luego ser aprovechados en la producción de energía.</p>
<p>Evaluación de Potencial de Crecimiento Verde (EPCV) para Colombia (Fedesarrollo, 2017)</p>	<p>El objetivo de este documento fue definir políticas de desarrollo en frente a la protección, preservación y conservación del capital natural. La EPCV se basa en la identificación de áreas en las que existen brechas respecto a países pares, ya que estas significan oportunidades de mejora y espacio para implementar acciones correctivas.</p> <p>La EPCV consiste en tres etapas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstico: investigación preliminar a partir de un tablero de indicadores (información secundaria) para evaluar el desempeño del país en comparación con países pares.</li> <li>• Validación: consulta con actores clave para determinar los factores prioritarios que afectan ese desempeño y sus causas subyacentes.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recomendaciones: análisis y caracterización de las principales problemáticas identificadas y recomendaciones de expertos para su atención.</li> </ul>
<p>Plan de energización rural sostenible del departamento de Chocó. PERS-Cauca (UPME et al., 2023)</p>	<p>Sobre temas bioenergéticos el Plan indica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Con el potencial de biomasa, aunque es el recurso más abundante, no toda es posible de usar, y requiere de un nivel de logística complejo para asegurar el suministro de manera constante. Las soluciones en zonas rurales se identifican de manera puntual, en sitios donde se tenga garantizada tanto la oferta energética de manera constante, como la demanda mínima que garantice la viabilidad de los proyectos.</li> <li>• Se evidencia que el potencial energético de biomasa agrícola del departamento del Cauca: 1) alto con potenciales en el orden de los 100.000 TJ/año donde se destaca el cultivo de la caña y 2) bajo con potenciales en el orden de los 100 TJ/año donde se destacan los cultivos de plátano, maíz y arroz: Los mayores potenciales de biomasa se presenta en las subregiones Norte y Centro del departamento</li> <li>• En cuanto al potencial pecuario se observa que el mayor se encuentra en el sector avícola (1089,87 TJ/año) con casi la totalidad de concentración en la subregión Norte, seguido por el sector de bovinos (959,22 TJ/año) con la mayor concentración en las subregiones Centro y Sur. Es de resaltar que las subregiones con mayor potencial en biomasa pecuaria son Norte (1262,30 TJ/año), Centro (345,57 TJ/año) y Sur (277,88 TJ/año).</li> </ul>
<p>Potencial energético subnacional y oportunidades de descarbonización en usos de energía final (MinEnergía, 2023)</p>	<p>Se presentan algunas consideraciones sobre biomasa y bioenergía a partir de estudios publicados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se presenta cartografía de: a) los potenciales energéticos por año de distintas fuentes de biomasa residual a nivel municipal a 2005; b) Una estimación del potencial anual de conversión a biogás de la biomasa residual en Colombia y su aprovechamiento a 2015.</li> <li>• En la actualidad se aprovecha principalmente el bagazo, residuo agrícola industrial (RAI) del proceso de molienda de la caña de azúcar para la obtención de azúcar, panela, bioetanol, energía entre otros productos.</li> <li>• Los residuos agrícolas por cosecha (RAC) han incrementado su participación en calor directo e indirecto, especialmente en industrias cercanas a los cultivos como sustituto del carbón</li> <li>• La sustitución de carbón por RAI y RAC debe considerar la ubicación de los cultivos y su procesamiento.</li> </ul>

<p>Ampliación de la prueba de concepto del atlas energético de Biomasa residual agrícola en Colombia (UPME &amp; Universidad de los Andes, 2023)</p>	<p>En el estudio se aplicó una metodología basada en modelos de inteligencia artificial (IA) entrenados a partir de información georreferenciada del cultivo y de imágenes satelitales, para la identificación de palma de aceite en el área de estudio.</p> <p>Se presentan dos productos asociados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uno enfocado a hacer una contextualización de la información georreferenciada disponible actualmente de los cultivos de interés de café, palma de aceite, arroz, maíz, plátano, caña y cacao; El diagnóstico permitió identificar entidades que ofrecen base de datos UPRA, los mapas de fronteras agrícolas de SIPRA que es el sistema de información de UPRA, y el Mapa Nacional de Coberturas de la Tierra de 2018.</li> <li>• El segundo enfocado a la ampliación de la prueba de concepto del atlas de biomasa residual para la identificación de palma de aceite a nivel nacional. En el último producto se hizo: i) la valoración de la pertinencia del modelo de identificación de palma de aceite a nivel nacional; y ii) explicación de la metodología aplicada para el desarrollo del aplicativo del atlas de biomasa residual para la identificación de palma de aceite a nivel nacional y estimación del potencial energético de los residuos de palma.</li> </ul> <p>Los resultados de la valoración de la pertinencia del modelo de identificación de palma de aceite a nivel nacional arrojaron que, se requiere un refinamiento adicional para solventar los cambios observados en la reflectancia en regiones alejadas al área de estudio, donde originalmente se entrenó el modelo.</p>
<p>Evaluación de Potencial de Crecimiento Verde en Nariño (GGGI, 2023)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El departamento de Nariño presenta ineficiencias en el uso de recursos, con rezagos particularmente pronunciados en productividad laboral, innovación, reciclaje, así como grandes retos frente a la preservación del capital natural en áreas como la lucha contra la deforestación, el adecuado aprovechamiento del recurso pesquero y la calidad del agua para el consumo humano.</li> <li>• Nariño enfrenta un grado de amenaza por el cambio climático sustancial, una elevada intensidad de carbono en su economía y una alta concentración de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector agropecuario.</li> <li>• Apalancar el desarrollo futuro del departamento en iniciativas basadas en la producción y el uso de energías renovables y el gran potencial observado para mejorar la productividad</li> </ul>

	<p>agropecuaria, teniendo en cuenta que esta actividad es uno de los grandes pilares de la economía local.</p>
<p>Colombia 2023 Energy Policy Review (IEA, 2023)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene recomendaciones de la visión general de la política de transición energética de Colombia y establecer las acciones prácticas necesarias para conciliar el crecimiento energético asequible y seguro necesario para apoyar el desarrollo económico de Colombia con su objetivo de cero emisiones netas.</li> <li>• Proporciona información sobre la transformación única del sistema energético de Colombia, que está vinculada a la expansión del acceso a la electricidad y la rápida implementación de tecnologías de energía renovable.</li> <li>• Analiza toda la amplitud del sector energético del país y presenta recomendaciones para fortalecer la transición energética. Estas incluyen la tecnología y la innovación en materia de energía limpia, la adaptación de las reglas del mercado energético, en particular en los mercados de electricidad y gas, la integración de mayores proporciones de energías renovables variables, abordar la calidad del aire y reducir la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático.</li> </ul>
<p>Proponer lineamientos para la estructuración de la hoja de ruta del Plan Nacional de Bioenergía en aspectos de regulación, gobernanza y de reducción de emisiones (UPME et al., 2024)</p>	<p>Se señalan acciones cruciales para formular el plan de bioenergía en el país tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Centralización de Información Legal y Normativa: Es vital recopilar y establecer un recurso web que concentre todos los datos relevantes bajo la responsabilidad de una institución clave.</li> <li>• Conformación de un Equipo Interdisciplinario: Es necesario contar con expertos en bioenergía y representantes de diferentes sectores gubernamentales, académicos, del sector privado y de la sociedad civil.</li> <li>• Diagnóstico y Definición de Objetivos: Se requiere un análisis detallado del estado actual del sector de bioenergía en Colombia, así como la definición de objetivos realistas y alineados con las metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.</li> <li>• Evaluación del Potencial Bioenergético: Es crucial realizar inventarios de biomasa y residuos en diferentes zonas del país para trazar políticas y medidas realistas en torno al desarrollo del sector.</li> <li>• Identificación de Políticas y Acciones: Se deben promover nuevas regulaciones y fortalecer incentivos para el desarrollo del sector, como subsidios a la producción y beneficios tributarios.</li> <li>• Consulta con Actores Clave: Una vez estructurados los objetivos y metas, es necesario involucrar a la sociedad civil y al sector público y privado para recibir aportes y sugerencias que puedan afectar la gobernanza.</li> </ul>

Estudio técnico integral para caracterizar las tecnologías de biocombustibles de segunda y tercera generación con análisis B/C y los requerimientos técnico económicos para la instalación de una biorrefinería (UPME -Consortio Biocombustibles de Colombia, 2023)

- **1era etapa:** Estudio en que se priorizaron los biocombustibles de segunda generación: i) biometano/biogás, ii) biojet-Fisher Tropsch (FT), iii) diésel renovable (DR), y iv) bioetanol,
- **2da etapa:** se logró documentar información tal como la relacionada con los sectores de producción de materias primas, ventajas/desventajas, costos de producción y precios de venta
- **3ra etapa:** se llevó a cabo un análisis financiero a los cuatro biocombustibles priorizados. Se calcularon indicadores tales como, escala de planta, CAPEX, OPEX, impacto de la venta de bonos CO<sub>2</sub>, TIR, incentivos y análisis beneficio/Costo (B/C); se plantearon escenarios de sensibilidad de en el horizonte 2022-2052.

**Tabla (de Anexo 1) 2.** Comparativo de especificaciones de calidad para el biometano en Colombia, Europa y Brasil.

Parámetro	Colombia, (Resolución CREG 240/16) + RUT (RESOLUCIÓN 50 DE 2018)	Europa (UNE-EN 16723-1/2017, para red de GN) + EN 16726	Europa (UNE-EN 16723-2/2018, para automoción) + EN 16726	Brasil (uso vehicular e instalaciones residenciales y comerciales)					
				RESOLUÇÃO ANP N° 906/2022 biometano de residuos orgánicos agrosilvopastoriles y comerciales)			RESOLUÇÃO ANP N° 886/2022 biometano de vertederos y Plantas de aguas residuales)		
				Norte	Nordeste	Centro oeste, Sudeste, Sur	Norte	Nordeste	Centro oeste, Sudeste, Sur
Poder Calorífico Superior, rango (MJ/m <sup>3</sup> )	35.4-42.8			34-38.4	35-43		34-38.4	35-43	
Índice de Wobbe, rango (MJ/m <sup>3</sup> )	46.6 -52.7	46.44-54	46.44-54	40.5-45	46.5-53.5		40.5-45	46.5-53.5	
Densidad relativa, adimensional		0.555-0.7	0.555-0.7						
Contenido de líquidos, adimensional	Libre								
Metano, mín (% mol/mol)		65	65		90			90	
Etano, (% mol/mol)					Anotar			Anotar	

Parámetro	Colombia, (Resolución CREG 240/16) + RUT (RESOLUCIÓN 50 DE 2018)	Europa (UNE-EN 16723-1/2017, para red de GN) + EN 16726	Europa (UNE-EN 16723-2/2018, para automoción) + EN 16726	Brasil (uso vehicular e instalaciones residenciales y comerciales)					
				RESOLUÇÃO ANP N° 906/2022 biometano de residuos orgánicos agrosilvopastoriles y comerciales)			RESOLUÇÃO ANP N° 886/2022 biometano de vertederos y Plantas de aguas residuales)		
				Norte	Nordeste	Centro oeste, Sudeste, Sur	Norte	Nordeste	Centro oeste, Sudeste, Sur
Propano, (% mol/mol)				Anotar			Anotar		
Butanos y más pesados, (% mol/mol)				Anotar			Anotar		
Oxígeno, máx (% mol/mol)	0,1	0,001 ó 1	1	0,8			0,8		
CO2, máx (% mol/mol)	2	2,5 ó 4	2,5 ó 4	3			3		
N2 máx (% mol/mol)	5								
Inertes, máx (% mol/mol)	5								
Temperatura de entrega, rango (°C)	7.2-49								
CO2 + O2 + N2. máx (% mol/mol)				10			10		

Parámetro	Colombia, (Resolución CREG 240/16) + RUT (RESOLUCIÓN 50 DE 2018)	Europa (UNE-EN 16723-1/2017, para red de GN) + EN 16726	Europa (UNE-EN 16723-2/2018, para automoción) + EN 16726	Brasil (uso vehicular e instalaciones residenciales y comerciales)					
				RESOLUÇÃO ANP Nº 906/2022 biometano de residuos orgánicos agrosilvopastoriles y comerciales)			RESOLUÇÃO ANP Nº 886/2022 biometano de vertederos y Plantas de aguas residuales)		
				Norte	Nordeste	Centro oeste, Sudeste, Sur	Norte	Nordeste	Centro oeste, Sudeste, Sur
Punto Rocío H2O, máx (°C)		-8	Clase A: -10 Clase B: -20 Clase C: -30	-39		-45	-39		-45
Contenido de H2O, máx (mg/m3)	97								
Punto de rocío de hidrocarburos, °C, máx (°C)		-2	-2	15		0	15		0
<b>Siloxanos, máx</b>	<b>10 mg/m3</b>	<b>0,3 a 1 (mg Si /m3)</b>	<b>0,3 (mg Si /m3)</b>				<b>0.3 (mg Si /m3)</b>		
Hidrógeno, máx % mol/mol			2						

Parámetro	Colombia, (Resolución CREG 240/16) + RUT (RESOLUCIÓN 50 DE 2018)	Europa (UNE-EN 16723-1/2017, para red de GN) + EN 16726	Europa (UNE-EN 16723-2/2018, para automoción) + EN 16726	Brasil (uso vehicular e instalaciones residenciales y comerciales)					
				RESOLUÇÃO ANP N° 906/2022 biometano de residuos orgánicos agrosilvopastoriles y comerciales)			RESOLUÇÃO ANP N° 886/2022 biometano de vertederos y Plantas de aguas residuales)		
				Norte	Nordeste	Centro oeste, Sudeste, Sur	Norte	Nordeste	Centro oeste, Sudeste, Sur
Contenido total de H <sub>2</sub> S, máx (mg/m <sup>3</sup> )	6			10			10		
Sulfuro de hidrógeno + sulfuro de carbonilo (calculado como azufre) máx (mg/m <sup>3</sup> )		5	5						
S total (con odorante) máx (mg/m <sup>3</sup> )	23		30	70			70		
S total (sin odorante), máx (mg/m <sup>3</sup> )		20	20						
Sulfuro de mercaptano sin odorante, máx (mg/m <sup>3</sup> )		6	6						

Parámetro	Colombia, (Resolución CREG 240/16) + RUT (RESOLUCIÓN 50 DE 2018)	Europa (UNE-EN 16723-1/2017, para red de GN) + EN 16726	Europa (UNE-EN 16723-2/2018, para automoción) + EN 16726	Brasil (uso vehicular e instalaciones residenciales y comerciales)						
				RESOLUÇÃO ANP N° 906/2022 biometano de residuos orgánicos agrosilvopastoriles y comerciales)			RESOLUÇÃO ANP N° 886/2022 biometano de vertederos y Plantas de aguas residuales)			
				Norte	Nordeste	Centro oeste, Sudeste, Sur	Norte	Nordeste	Centro oeste, Sudeste, Sur	
Aceite del compresor		Mínimo	Mínimo							
Impurezas polvo	1.6 mg/m <sup>3</sup>	Mínimo	Mínimo							
Compuestos clorados, mg (Cl)/m <sup>3</sup>	1	Valores límites propuestos en WI 00408007	Valores límites propuestos en WI 00408007		5			5		
Compuestos fluorados máx (mg/m <sup>3</sup> )					5			5		
CO, máx (% mol/mol)		0,1	0,1							
NH <sub>3</sub> , máx (mg/m <sup>3</sup> )		10	10							
Aminas, , máx (mg/m <sup>3</sup> )		10	10		10					
Otros contaminantes		No debe contener	No debe contener							
Texto y valores resaltados en amarillo son especificaciones del Gas Natural en cada país o región obligatorias para biometano										
Fondo azul claro son especificaciones de biometano en cada país o región										

<b>Parámetro</b>	<b>Colombia,</b> (Resolución CREG 240/16) + RUT (RESOLUCIÓN 50 DE 2018)	<b>Europa</b> (UNE-EN 16723-1/2017, para red de GN) + EN 16726	<b>Europa</b> (UNE-EN 16723-2/2018, para automoción) + EN 16726	<b>Brasil (uso vehicular e instalaciones residenciales y comerciales)</b>					
				RESOLUÇÃO ANP N° 906/2022 biometano de residuos orgánicos agrosilvopastoriles y comerciales)			RESOLUÇÃO ANP N° 886/2022 biometano de vertederos y Plantas de aguas residuales)		
				Norte	Nordeste	Centro oeste, Sudeste, Sur	Norte	Nordeste	Centro oeste, Sudeste, Sur
Fondo gris indica que no se exigen las respectivas especificaciones									

**Tabla (de Anexo 1) 3.** Comportamiento de los potenciales de producción de bioenergéticos de origen agrícola

Producción	Departamento	Evaluación departamental entre 2018 a 2023		Subregiones de mayor producción		Municipios de mayor producción		Notas
		Crece	Decrece	Nro 1	Nro 2	Nro 1	Nro 2	
Arroz	Chocó	x		Darién	Atrato	Rio Sucio	Quibdó	
	Valle	x		Sur	Norte	Jamundí	Zarzal	
	Cauca	x*		Norte	Sur	Caloto	Balboa	
	Nariño		x	Pacífico Sur	Telembí	Tumaco	Roberto Payán	
Banano	Chocó	x		Baudó	San Juan	Alto Baudó	Novita	
	Valle	x*		Oriente	Norte	Sevilla	Bolívar	
	Cauca	x*		Pacífico	Centro	Guapí	El Tambo	

	Nariño	x*		Juanambú	Telembí	San Lorenzo	Barbacoas	
Plátano	Chocó	x*		Darién	Atrato	Carmen del Darién	Quibdó	
	Valle	x*		Oriente	Centro	Sevilla	Trujillo	
	Cauca	x*		Centro	Macizo	El Tambo	Almaguer	
	Nariño	x*		Pacífico Sur	Sanquianga	Tumaco	El Charco	
Maíz	Chocó		x	Darien	Baudó	Rio Sucio	Medio Baudó	
	Valle		x	Norte	Centro	Obando	Bugalagrande	
	Cauca		x	Centro	Norte	El Tambo	Guachené	
	Nariño		x	Occidente	Centro	Linares	Yacuanquer	
Caña de azúcar	Chocó	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
	Valle	x*		Sur	Centro	Palmira	El Cerrito	
	Cauca	x*		Norte	NA	Miranda	NA	
	Nariño	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Café	Chocó	x*		Atrato	NA	Carmen del Atrato	NA	NA
	Valle		x	Norte	Centro	El Aguila	Trujillo	
	Cauca		x	Centro	Oriente	El Tambo	Paéz	
	Nariño		x	Juanambú	Rio Mayo	San Lorenzo	El Tablón	
Caña panelera	Chocó	X		San Juan	Atrato	Novita	Medio Atrato	
	Valle		x	Norte	Sur	Versalles	Candelaria	
	Cauca	x		Centro	Macizo	Cajibío	La Sierra	

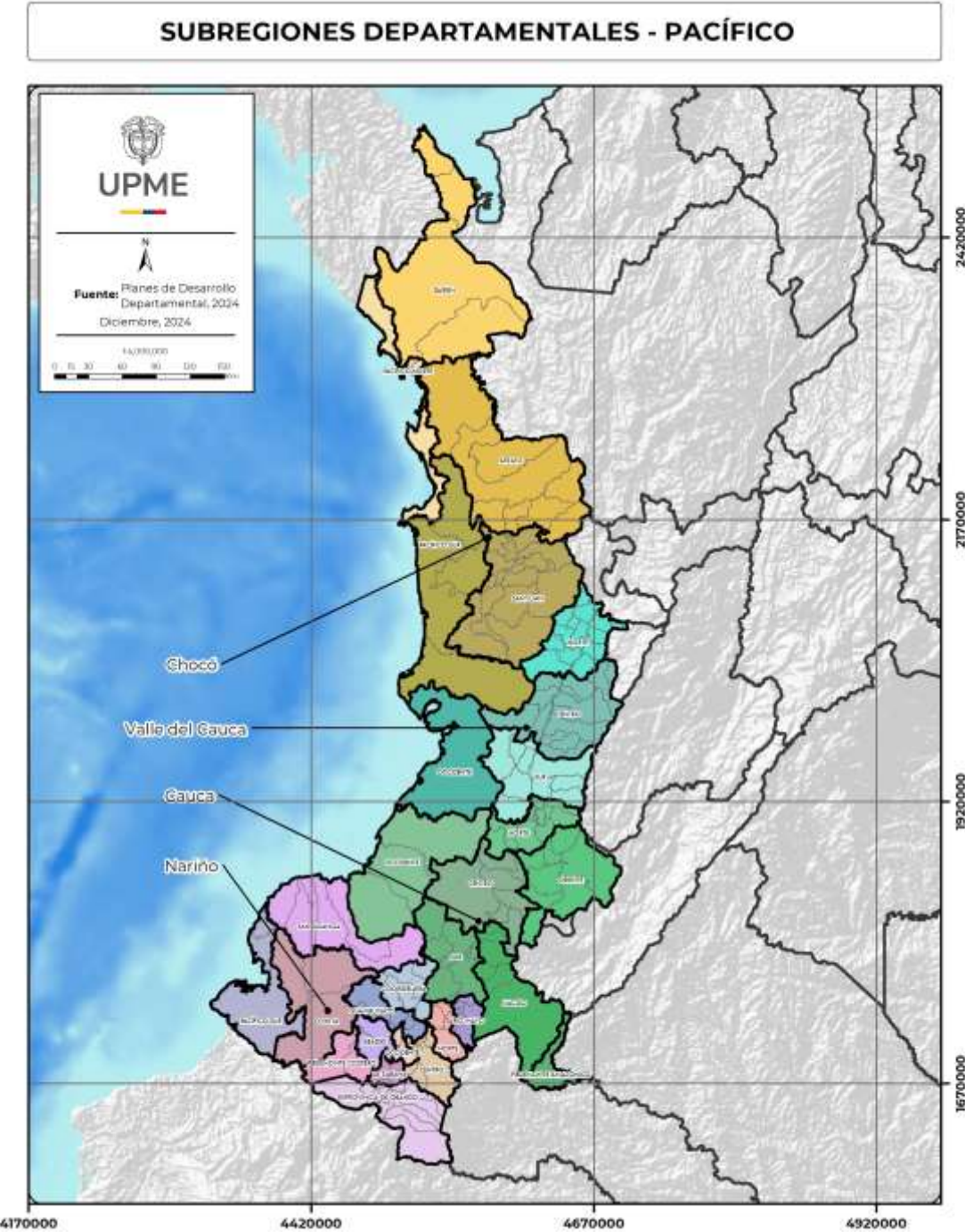
	Nariño		x	Occidente	P Costero	Sandoná	Mallama	
Palma de aceite	Chocó	x*		Darién	NA	Rio Sucio	NA	
	Valle	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
	Cauca	x*		Occidente	Guapí	NA	NA	
	Nariño	x*		Pacifico sur	NA	Tumaco	NA	
*Crecimiento o decrecimiento leve								

**Tabla (de Anexo 1) 4.** Comportamiento de los potenciales de producción de bioenergéticos de origen pecuario

Producción	Departamento	Evaluación departamental entre 2018 a 2023		Subregiones de mayor producción		Municipios de mayor producción		Notas
		Crece	Decrece	Nro 1	Nro 2	Nro 1	Nro 2	
Avícola	Chocó	Levemente		San Juan	Atrato	Istmina	Quibdó	
	Valle	x		Centro	Sur	Guacarí	Candelaria	
	Cauca		x	Norte	Centro	Santander de Quilichao	Cajibío	
	Nariño		x	Centro	Juananbú	Chachagúí	Buesaco	
Bovino	Chocó	x*		Darien	Atrato	Rio Sucio	El Carmen de Atrato	
	Valle		x*	Norte	Centro	Cartago	Tuluá	
	Cauca		x*	Centro	Sur	Puracé	Patía	
	Nariño	x*		Exprovincia de Obando	Centro	Cumbal	Pasto	
Porcino	Chocó		x	Atrato	San Juan	Atrato	Unión Panamericana	
	Valle	x		Sur	Norte	Palmira	La Unión	

	Cauca	x		Norte	Macizo	Caloto	La Sierra	
	Nariño	x		Centro	Exprovincia de Obando	Pasto	Pupiales	
Bufalino	Chocó	x		Darién	San Juan	Riosucio	El Cantón de San Pablo	
	Valle	x		Centro	Sur	Yotoco	Cali	
	Cauca	x		Sur	Centro	Patía	Cajibío	
	Nariño	x*		Pacífico Sur	Centro	Tumaco	La Florida	
Ovino	Chocó		x	Darién	San Juan	Unguia	San José del Palmar	
	Valle	x		Centro	Norte	Ginebra	Cartago	
	Cauca		x*	Centro	Norte	El Tambo	Santander de Quilichao	
	Nariño		x	La Sabana	Exprovincia de Obando	Sampuyés	Ipiales	
Caprino	Chocó	x		Darién	San Juan	Unguia	Novita	
	Valle	x		Sur	Norte	Palmira	Cartago	
	Cauca		x	Sur	Oriente	Bolívar	Inzá	
	Nariño	x*		Juananbú	Exprovincia de Obando	San Pedro de Cartago	Ipiales	
Equino	Chocó	x*		Darien	San Juan	Unguia	San José del Palmar	
	Valle	x*		Norte	Centro	Cartago	Tuluá	
	Cauca	x*		Sur	Norte	Bolívar	Buenos Aires	
	Nariño		x (alto)	Exprovincia de Obando	Pacífico Sur	Cumbal	Tumaco	
*Crecimiento o decrecimiento leve								

Figura (de Anexo 1) 1. Subregiones de los departamentos de la región del Pacífico



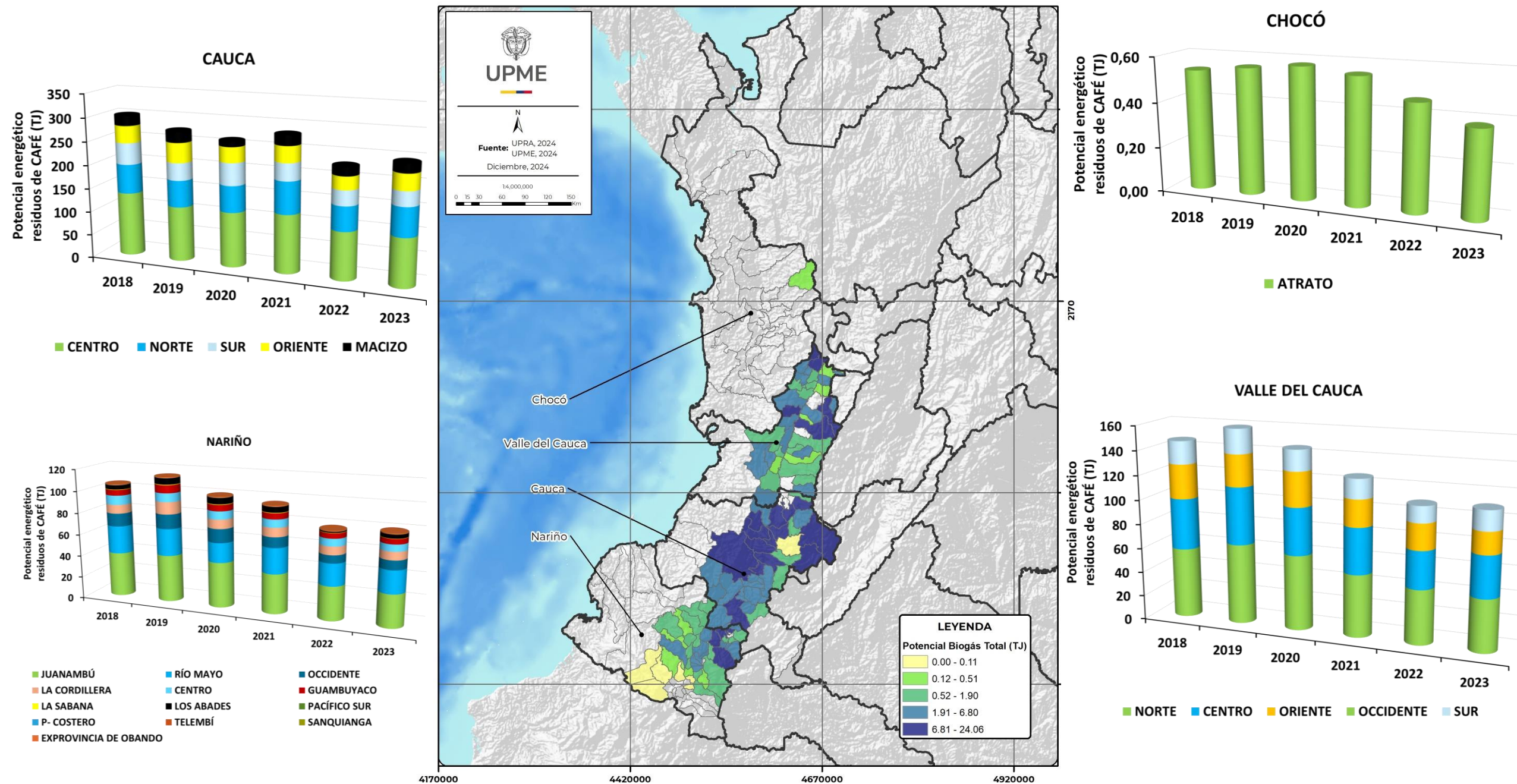
**Tabla (de Anexo 1) 5.** Subregiones de la región del Pacífico

<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>SUBREGIÓN</b>
<b>CAUCA</b>	CENTRO
	MACIZO
	NORTE
	PACÍFICO
	ORIENTE
	PIEDEMONTE AMAZÓNICO
	SUR
<b>CHOCÓ</b>	ATRATO
	DARIEN
	PACÍFICO
	BAUDÓ
	SAN JUAN
<b>NARIÑO</b>	ABADES
	CENTRO
	COORIDELLERA
	COSTA
	EXPROVINCIA DE OBANDO
	GUAMBUYACO
	LA SABANA
	NORTE
	OCCIDENTE
	PACÍFICO SUR
	PIEDEMONTE COSTERO
	RIO MAYO
	SANQUIANGA
<b>VALLE DEL CAUCA</b>	CENTRO
	NORTE
	OCCIDENTE
	SUR

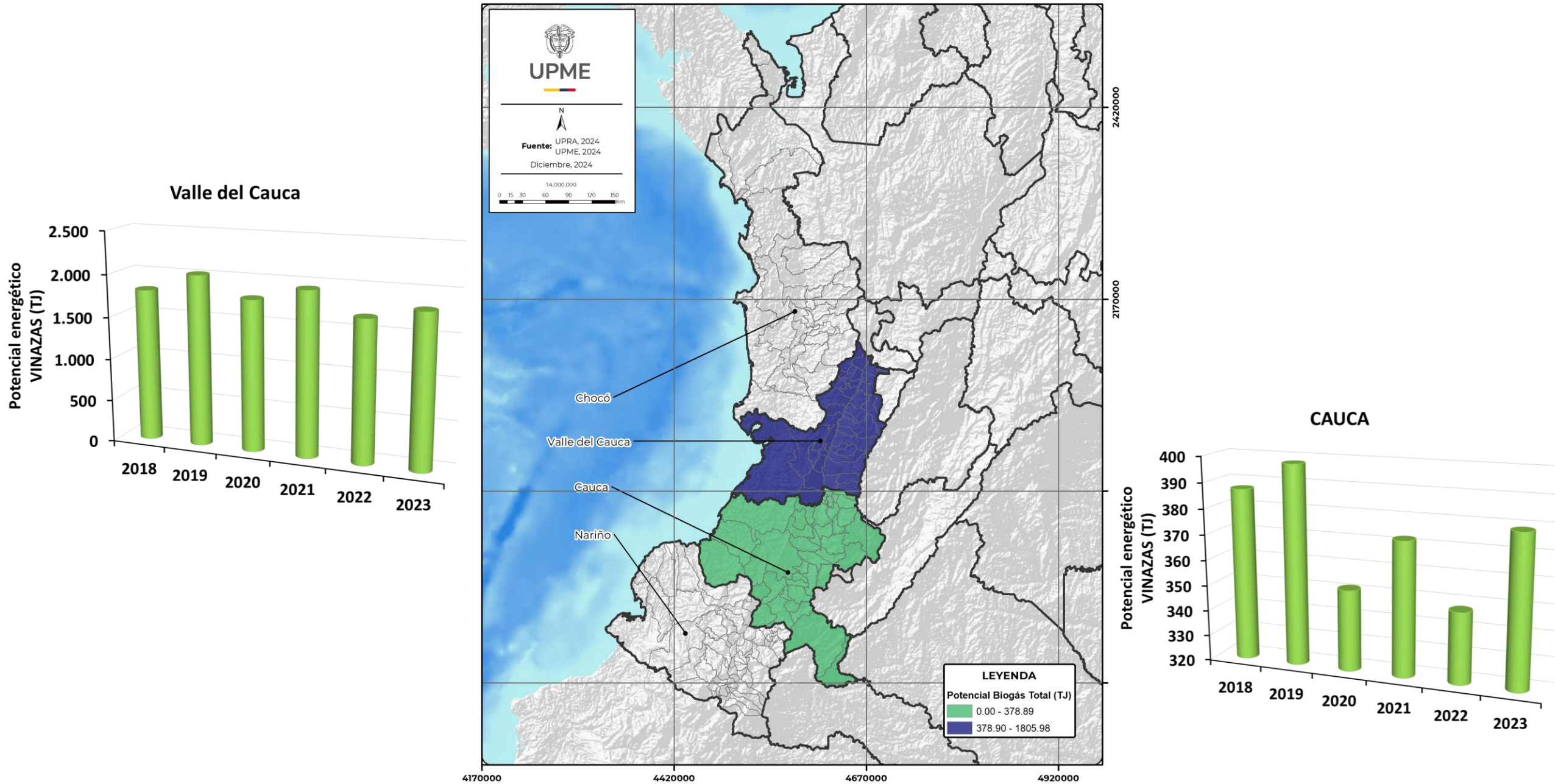
# Potenciales teóricos bioenergéticos agrícolas



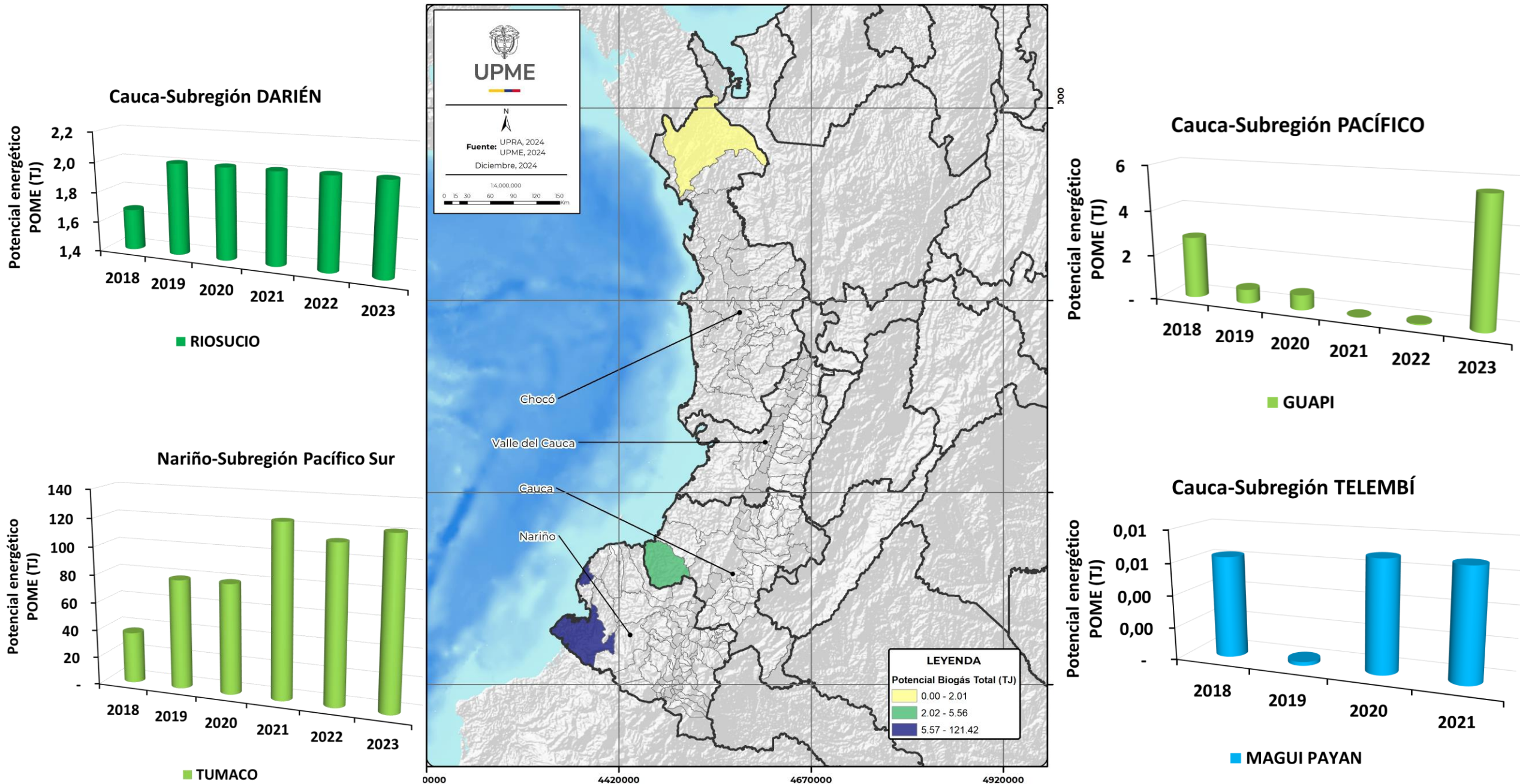
Figura (de Anexo 1) 2. Potencial bioenergético de biomasas residuales de café, región del Pacífico



**Figura (de Anexo 1) 3. Potencial bioenergético de la vinaza de la producción de bioetanol de la Región del Pacífico**



**Figura (de Anexo 1) 4. Potencial bioenergético del POME de palma aceitera en las subregiones la Región del Pacífico**



**Figura (de Anexo 1) 5. Potencial bioenergético de biomasas residuales de arroz de la Región del Pacífico**

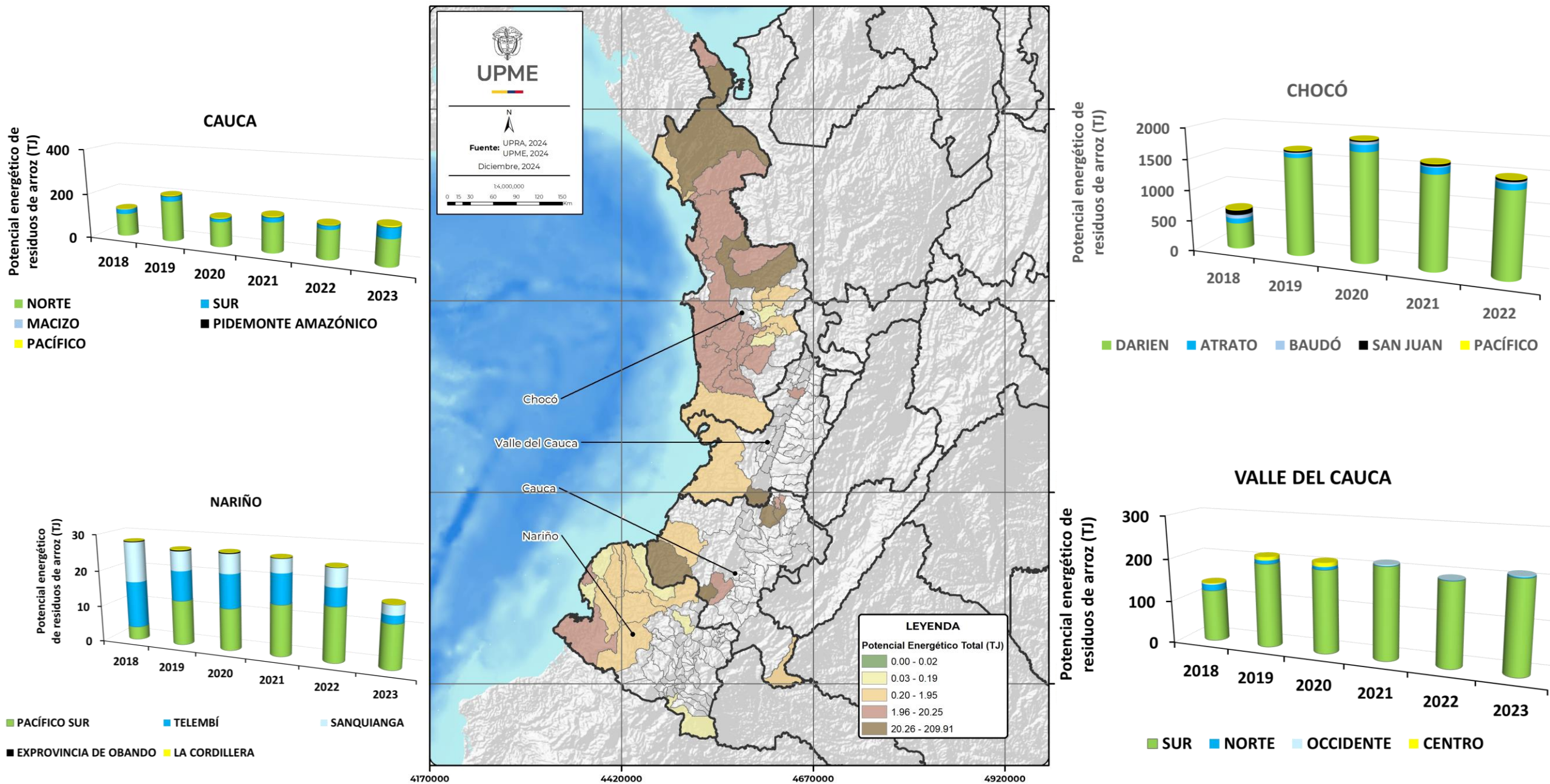
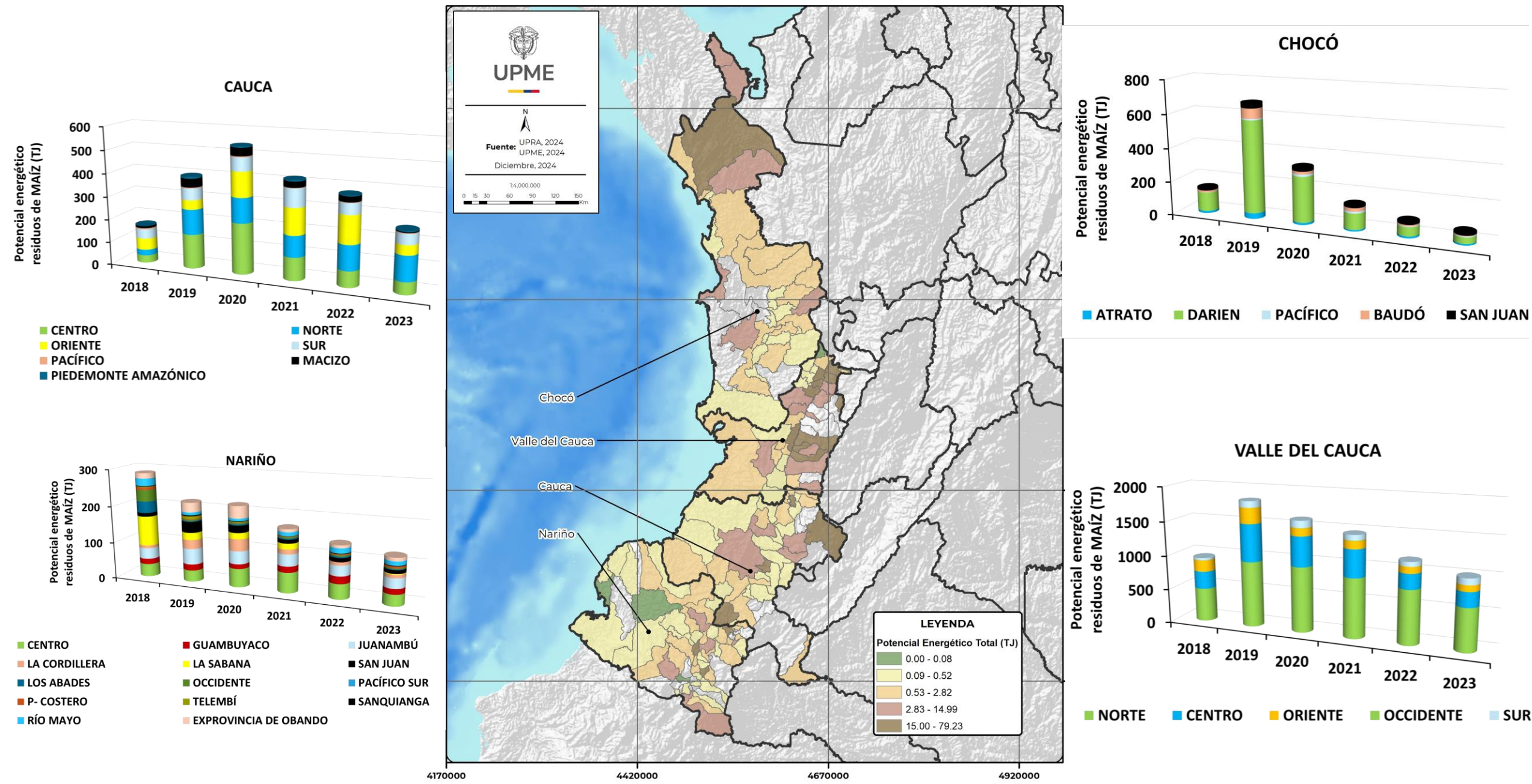
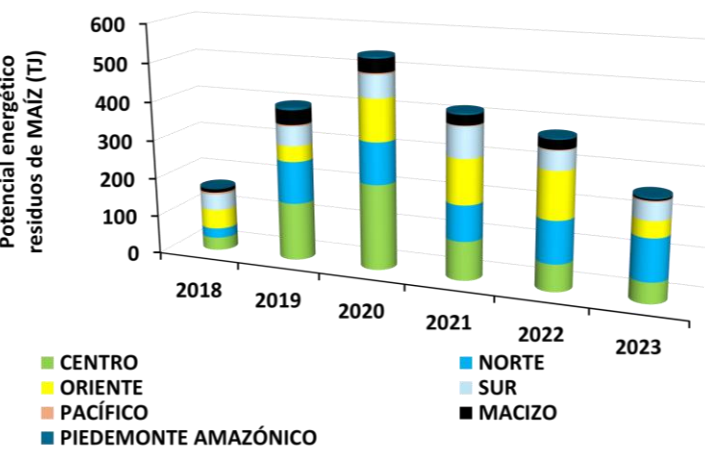


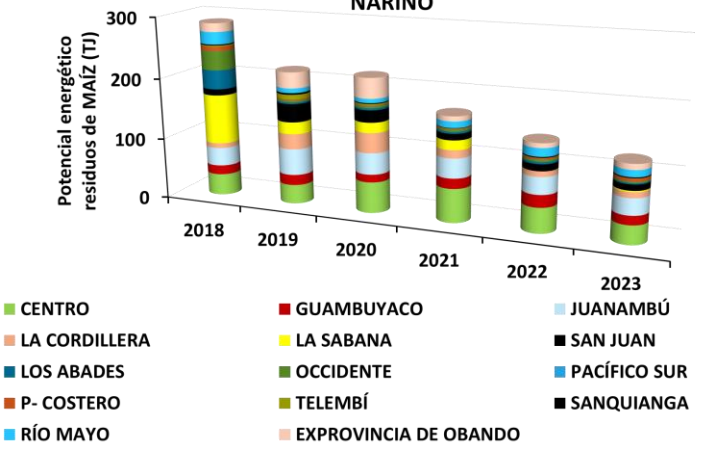
Figura (de Anexo 1) 6. Potencial bioenergético de biomasas residuales de maíz de la Región del Pacífico



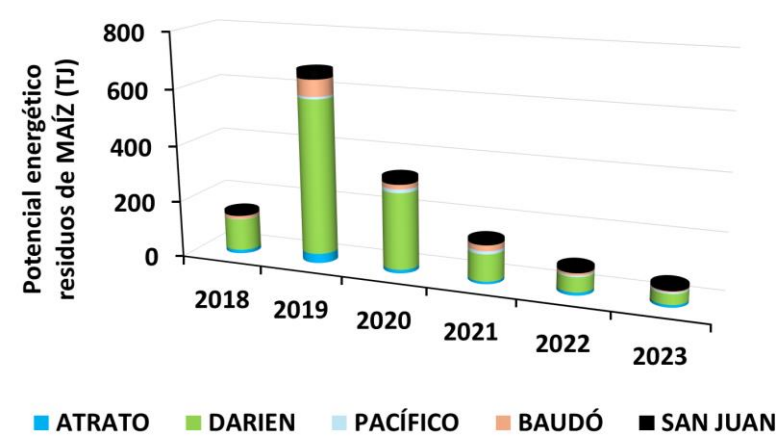
CAUCA



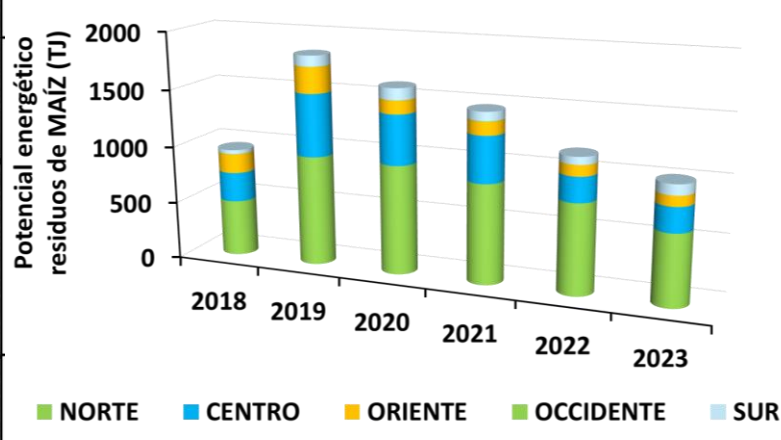
NARIÑO



CHOCÓ



VALLE DEL CAUCA



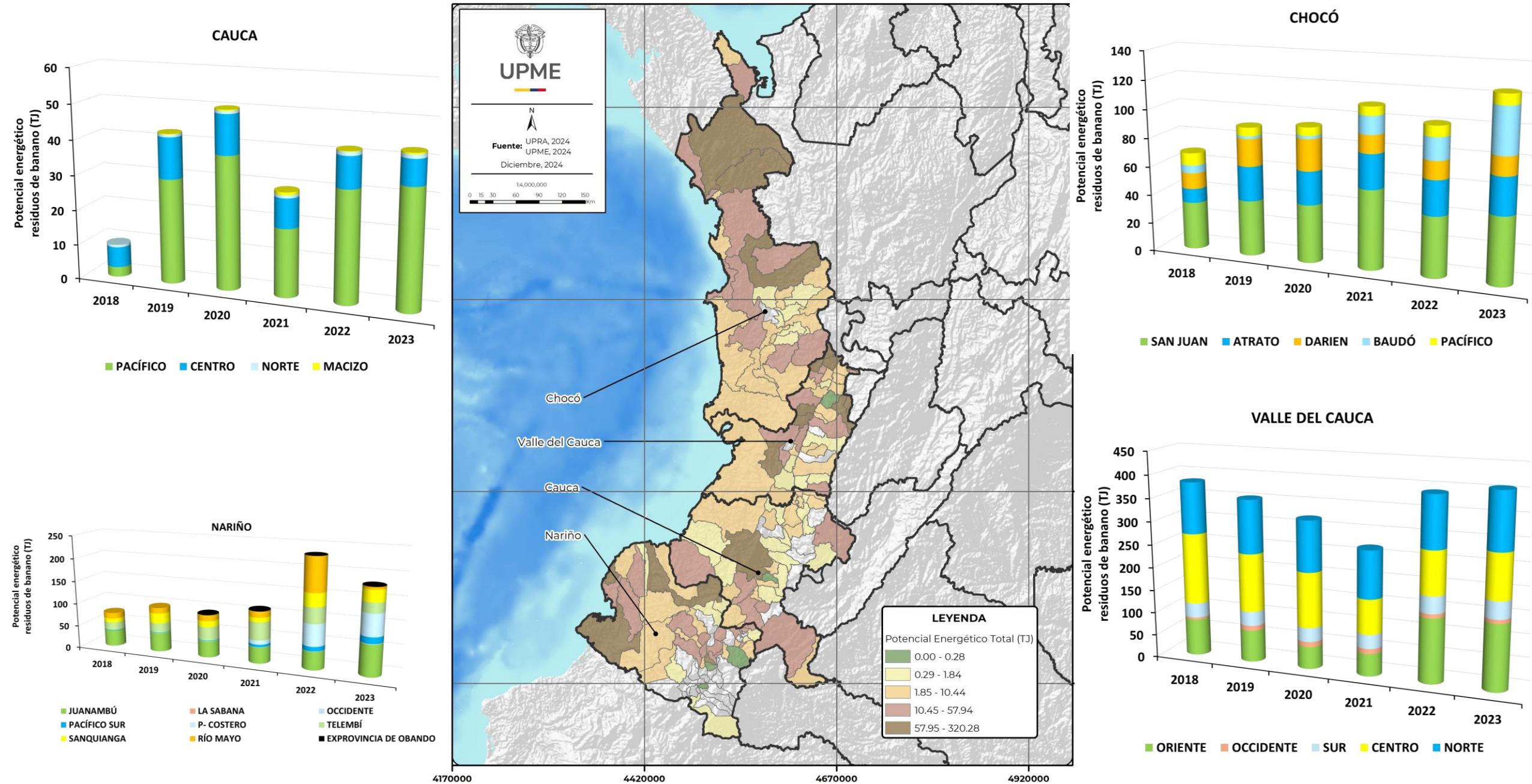
**LEYENDA**

Potencial Energético Total (TJ)

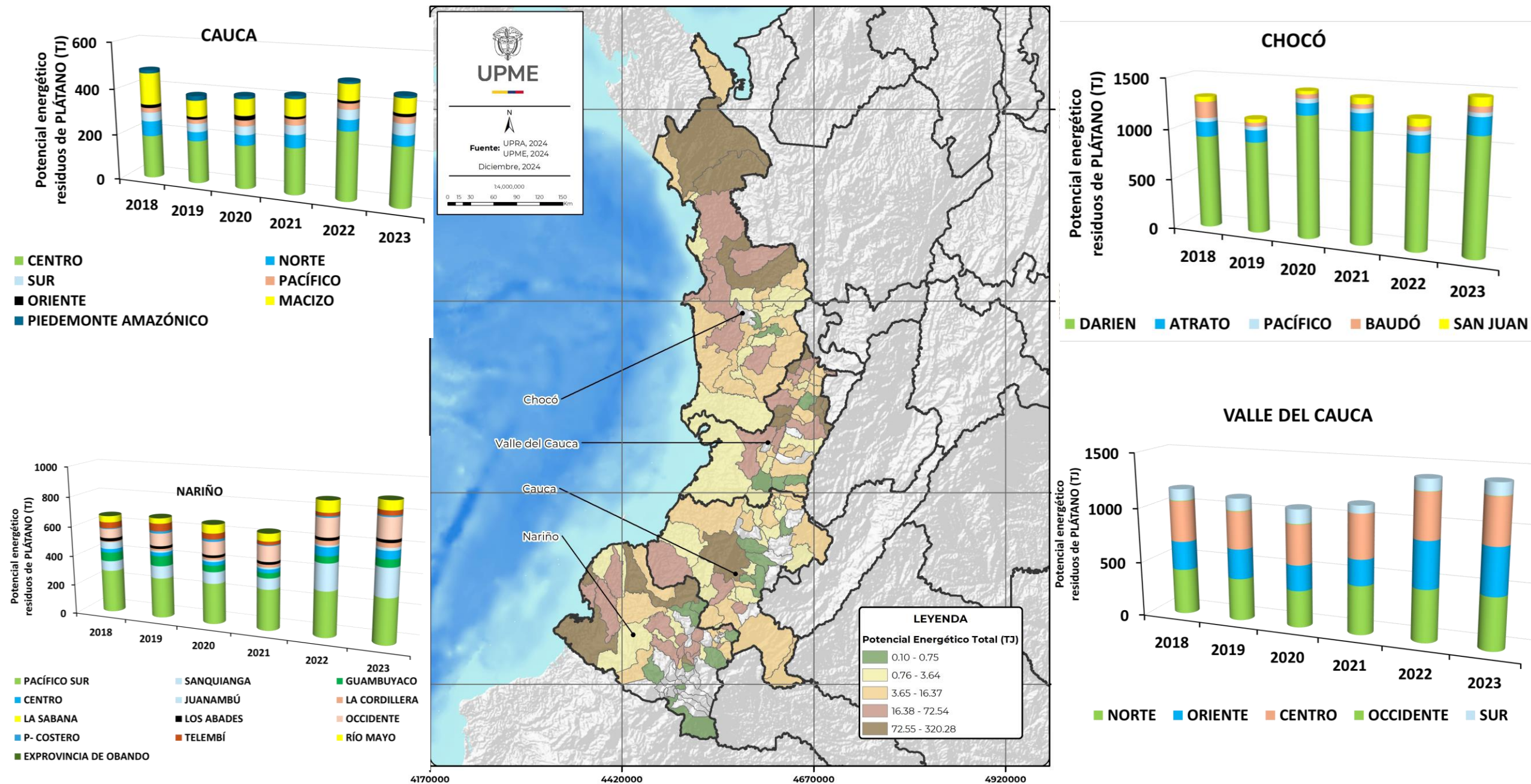
- 0.00 - 0.08
- 0.09 - 0.52
- 0.53 - 2.82
- 2.83 - 14.99
- 15.00 - 79.23

4170000      4420000      4670000      4920000

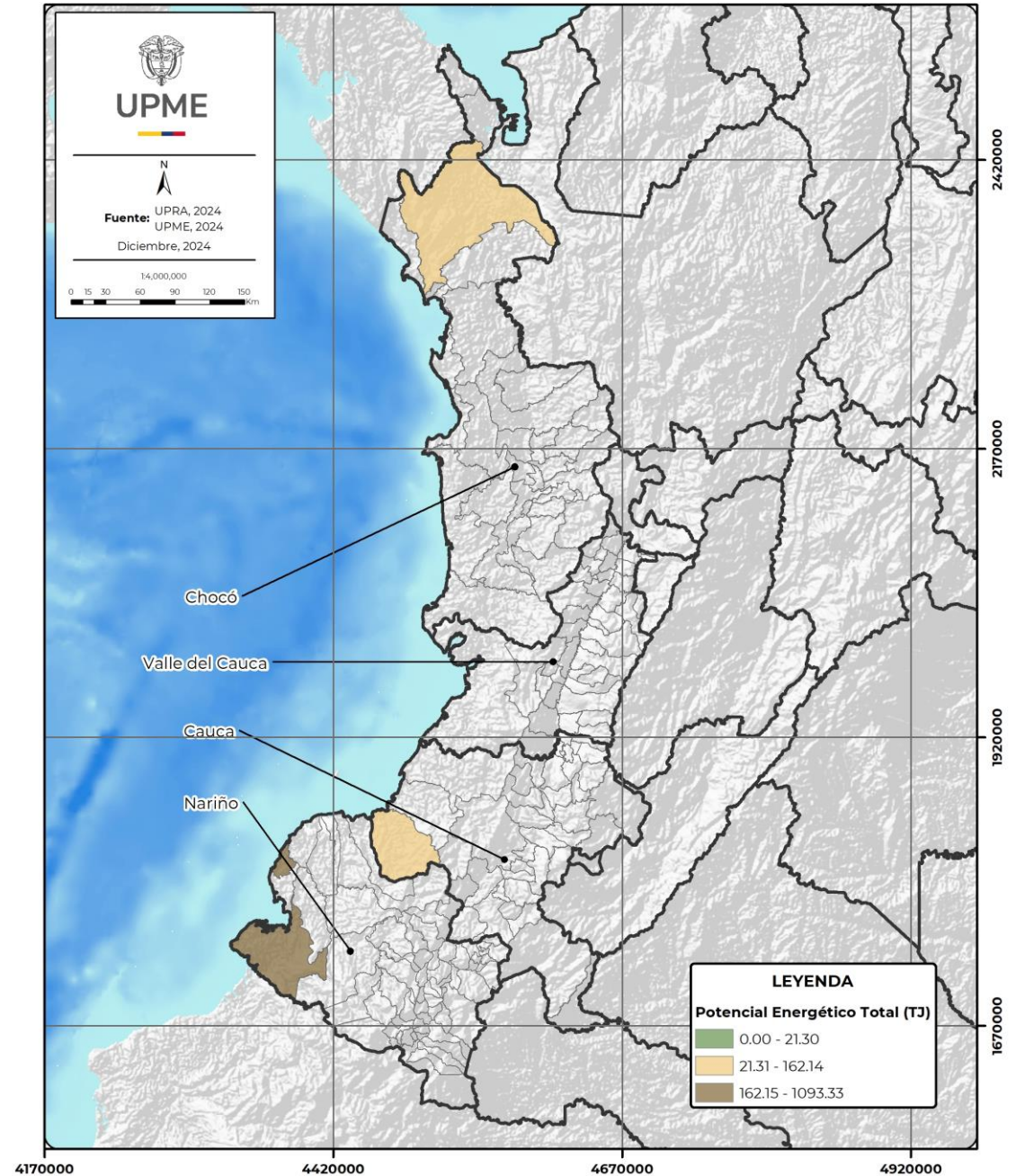
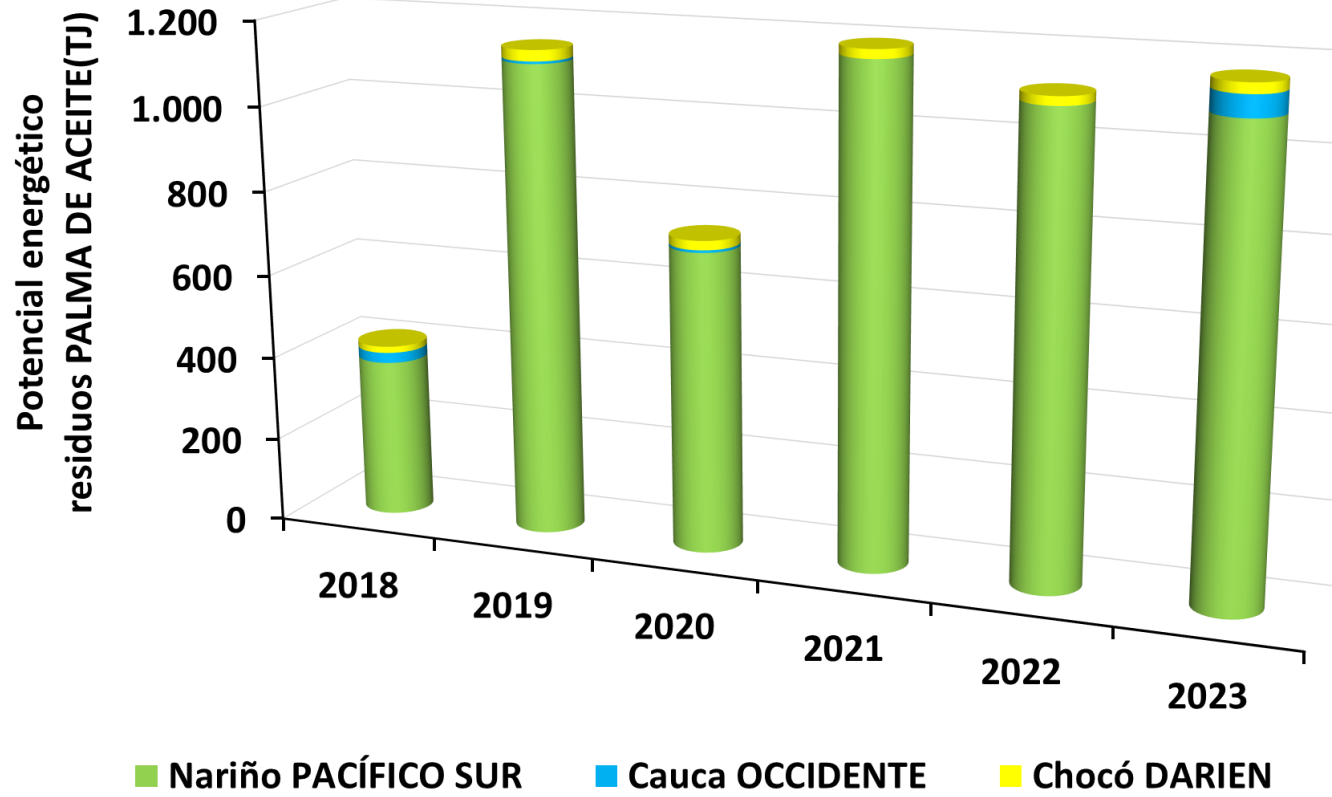
Figura (de Anexo 1) 7. Potencial bioenergético de biomasas residuales de banano de la Región del Pacífico



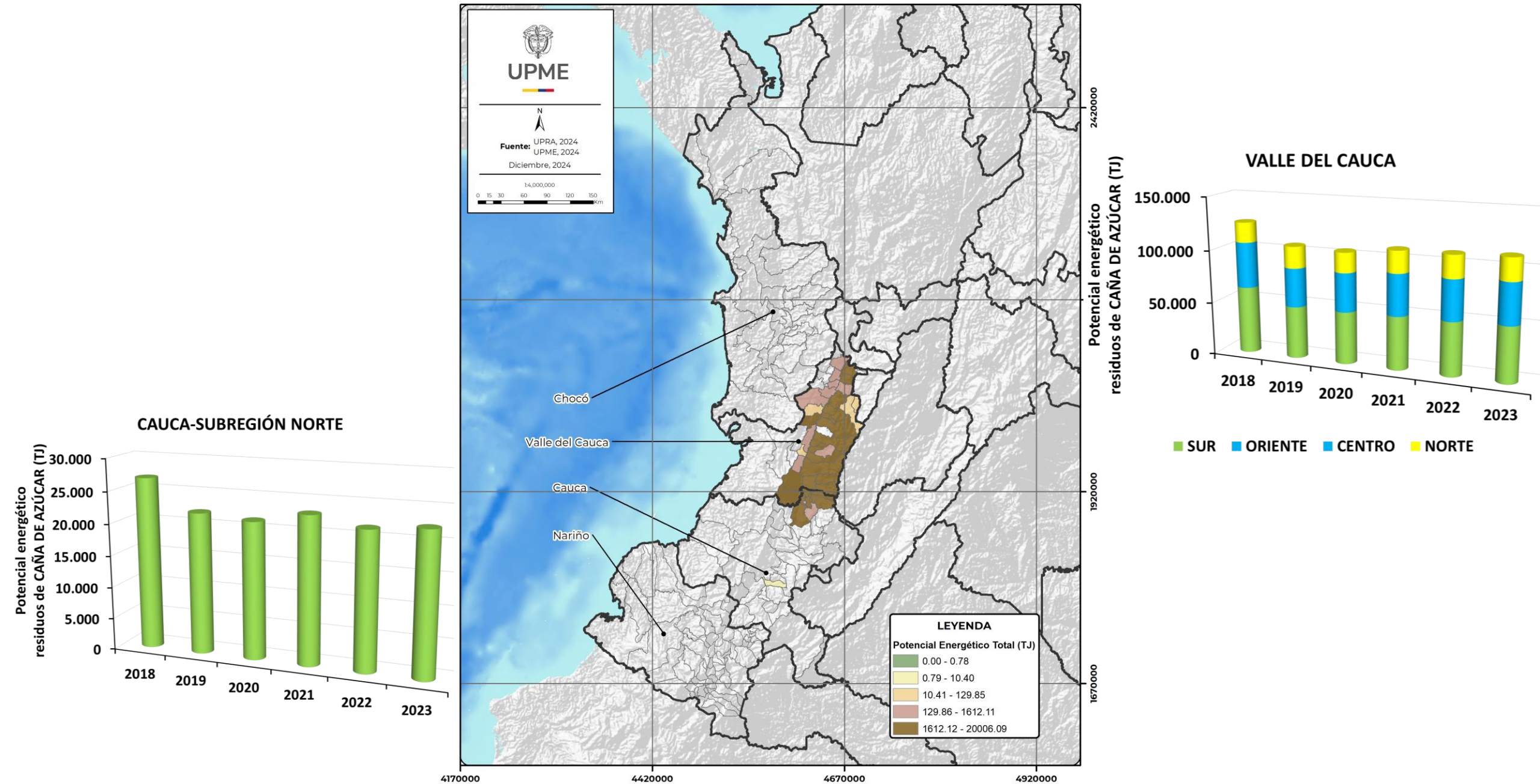
**Figura (de Anexo 1) 8. Potencial bioenergético de biomazas residuales de plátano de la Región del Pacífico**



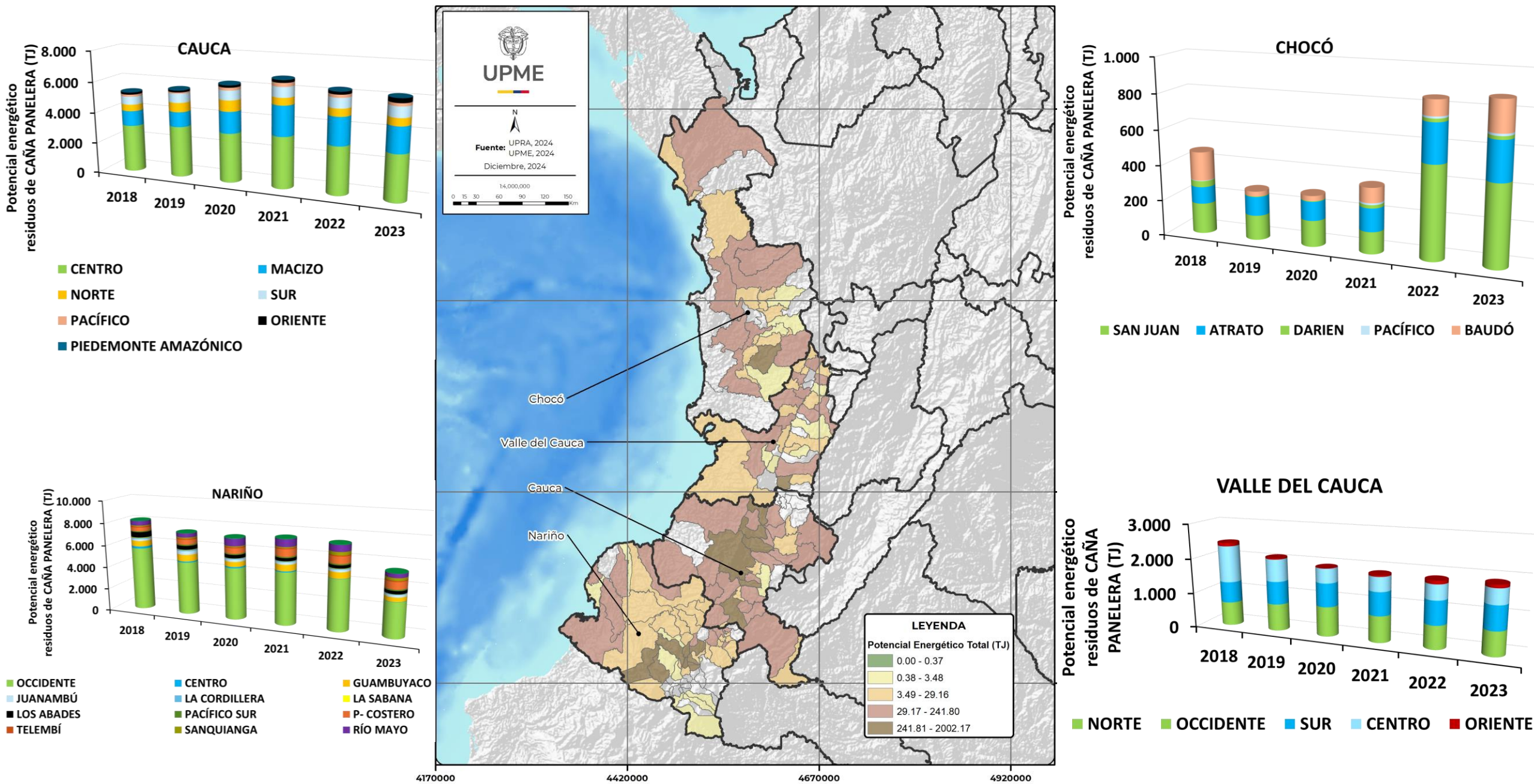
**Figura (de Anexo 1) 9. Potencial bioenergético de biomasas residuales de la palma aceitera de la Región del Pacífico**



**Figura (de Anexo 1) 10. Potencial bioenergético de biomasas residuales de la caña de azúcar de la Región del Pacífico**



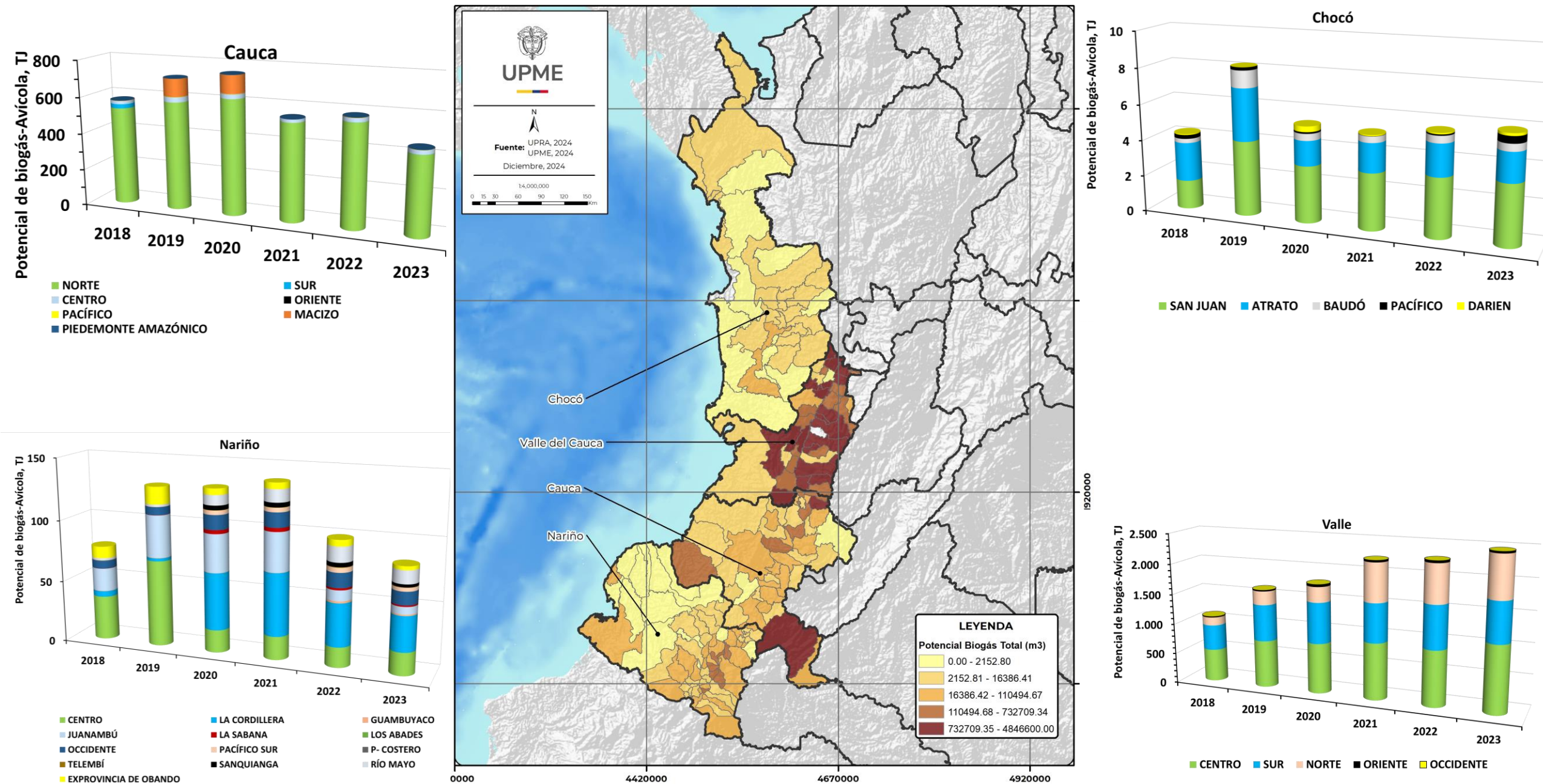
**Figura (de Anexo 1) 11. Potencial bioenergético de biomazas residuales de la caña panelera de la Región del Pacífico**



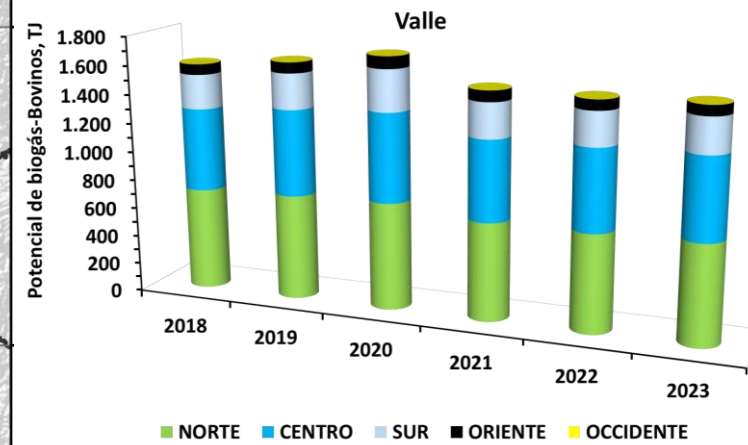
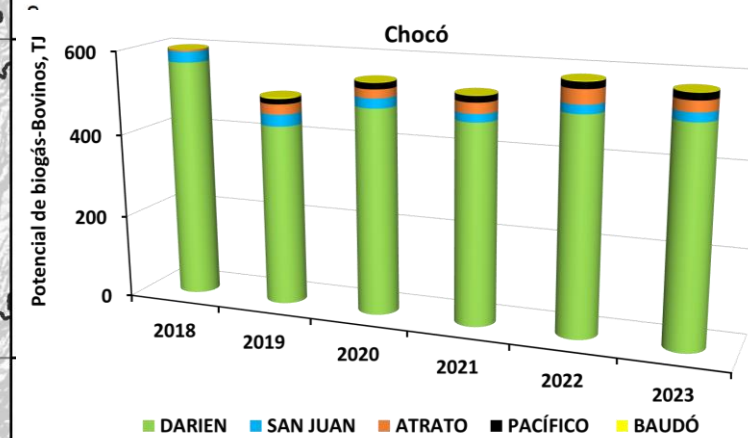
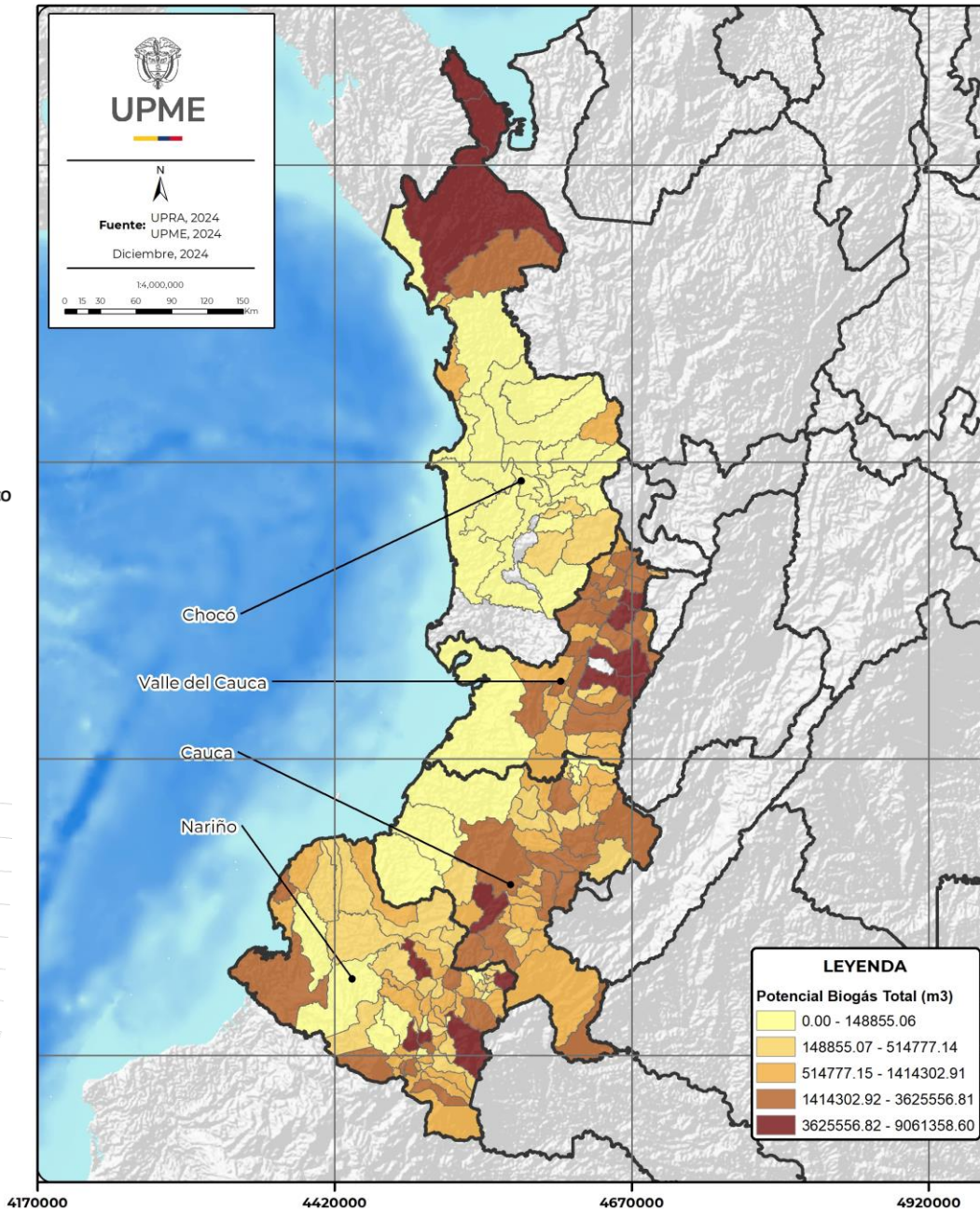
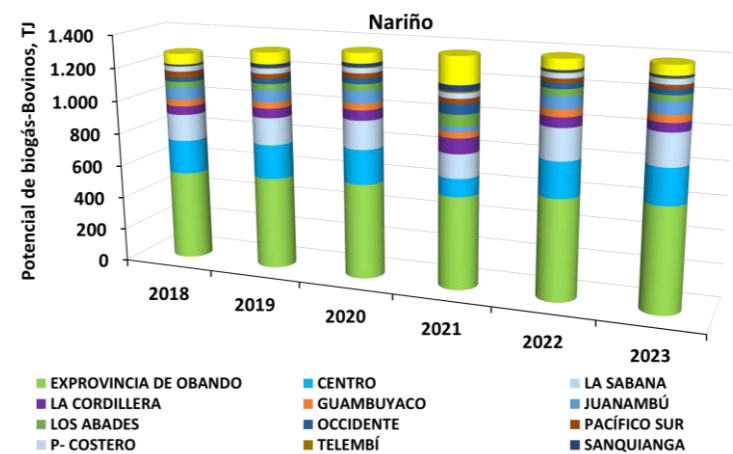
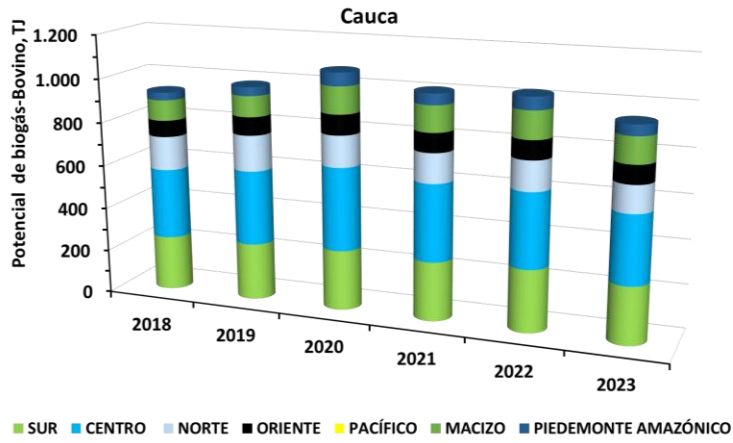
# Potenciales teóricos bioenergéticos pecuarios.



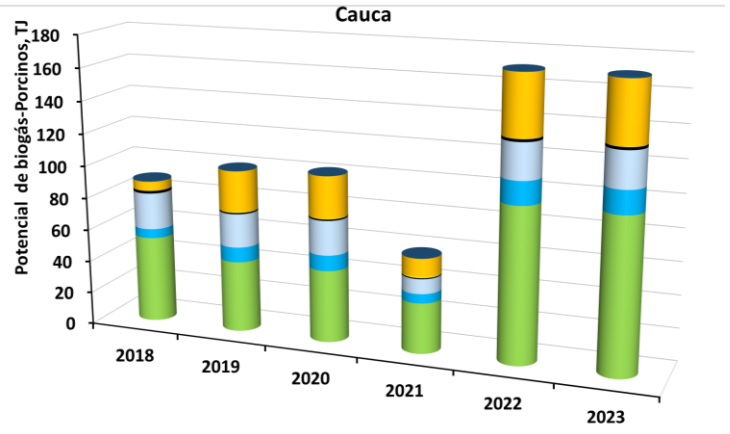
Figura (de Anexo 1) 12. Potencial bioenergético del estiércol avícolas de la Región del Pacífico



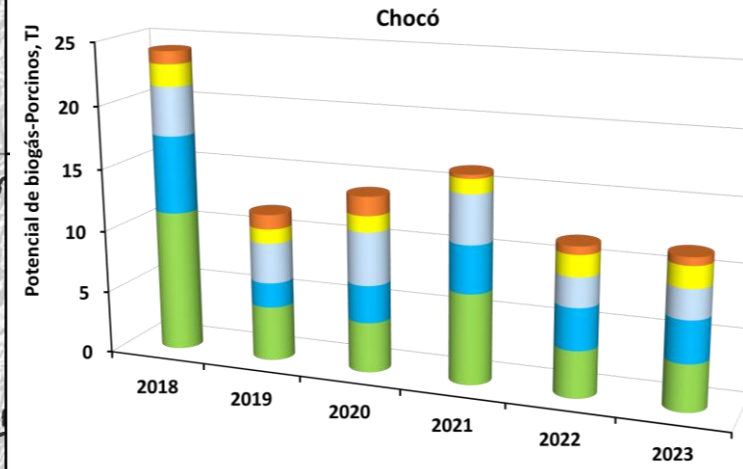
**Figura (de Anexo 1) 13. Potencial bioenergético del estiércol bovino de la Región del Pacífico**



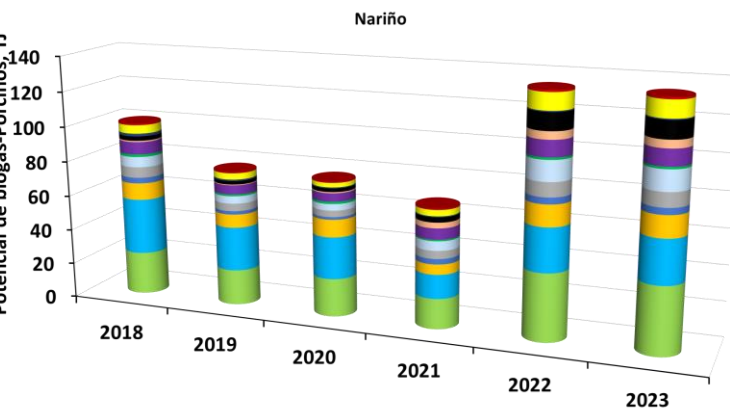
**Figura (de Anexo 1) 14. Potencial bioenergético del estiércol porcícola de la Región del Pacífico**



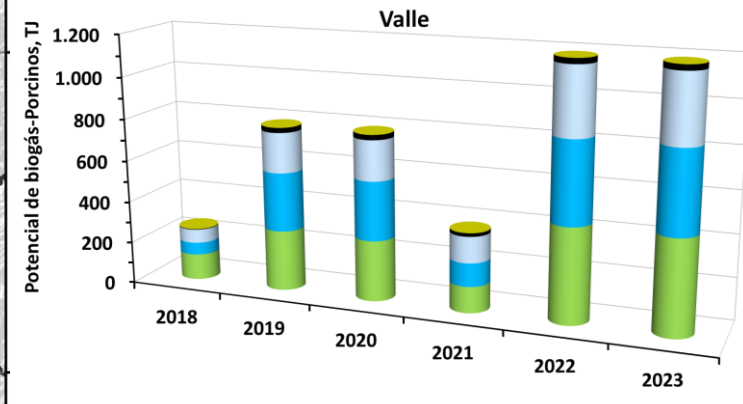
■ NORTE ■ SUR ■ CENTRO ■ ORIENTE ■ PACÍFICO ■ MACIZO ■ PIEDEMONTES AMAZÓNICOS



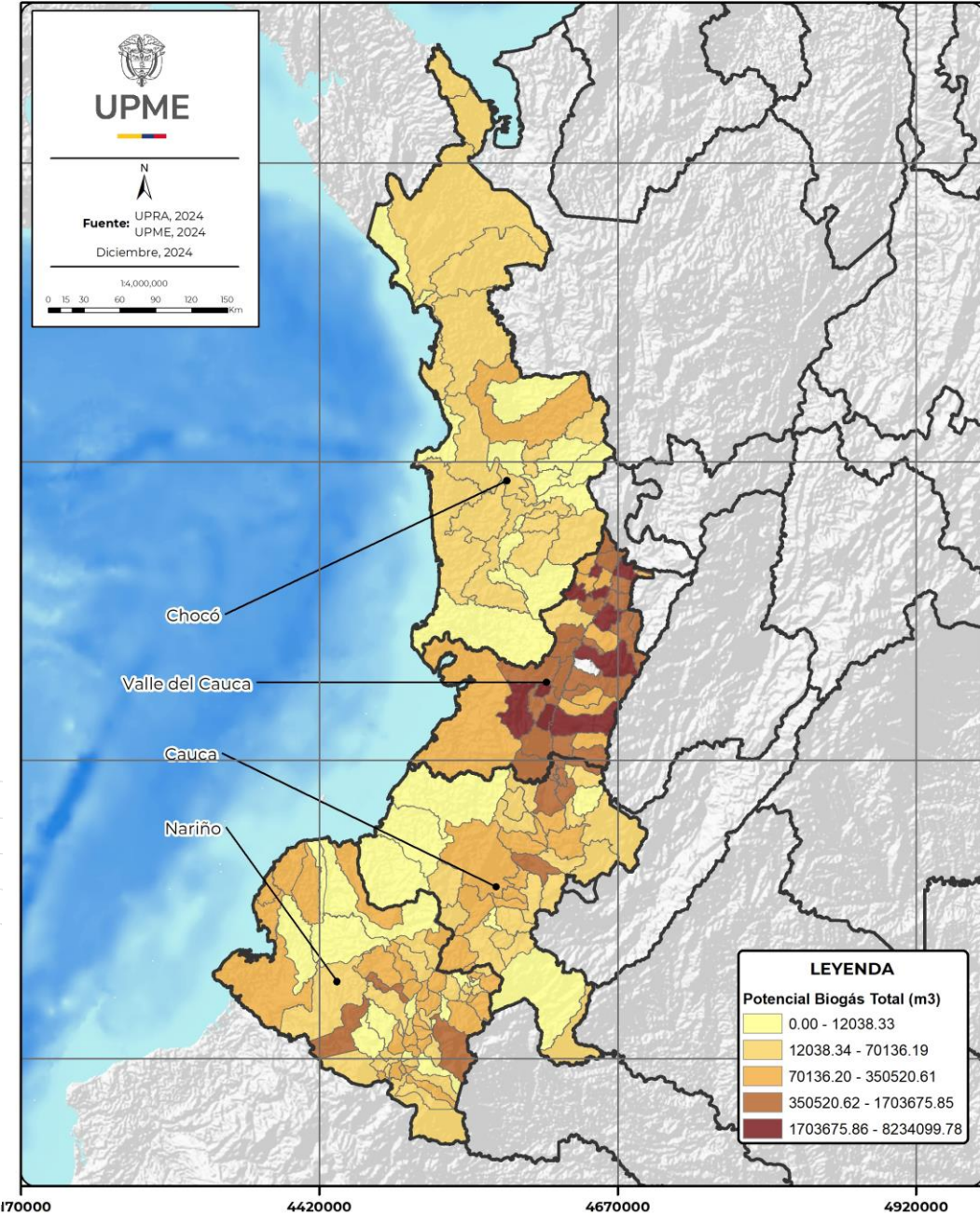
■ ATRATO ■ SAN JUAN ■ DARIEN ■ BAUDÓ ■ PACÍFICO



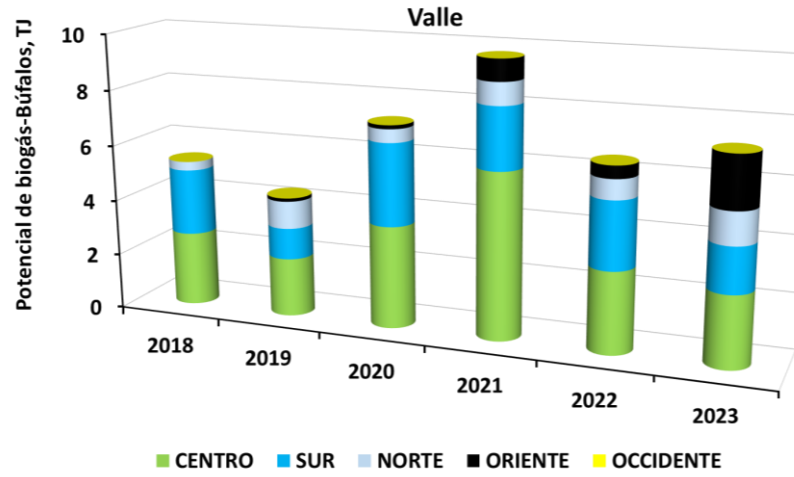
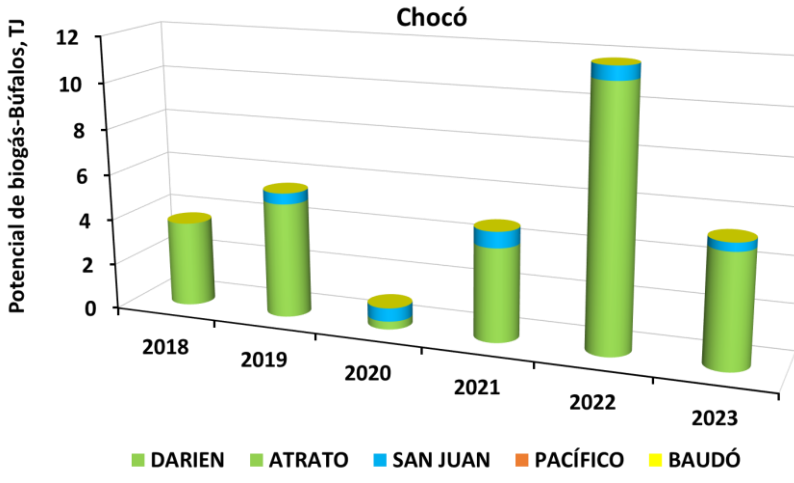
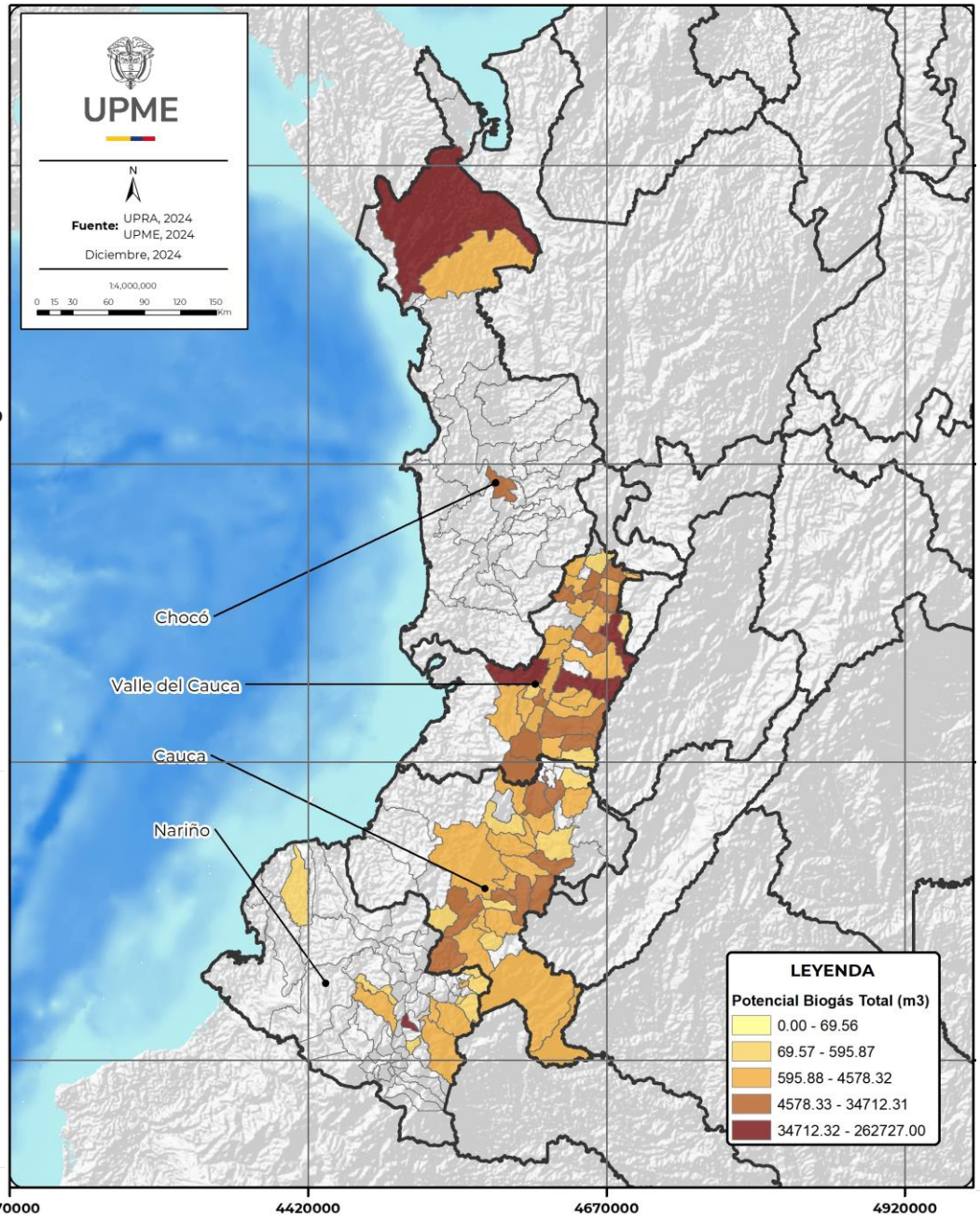
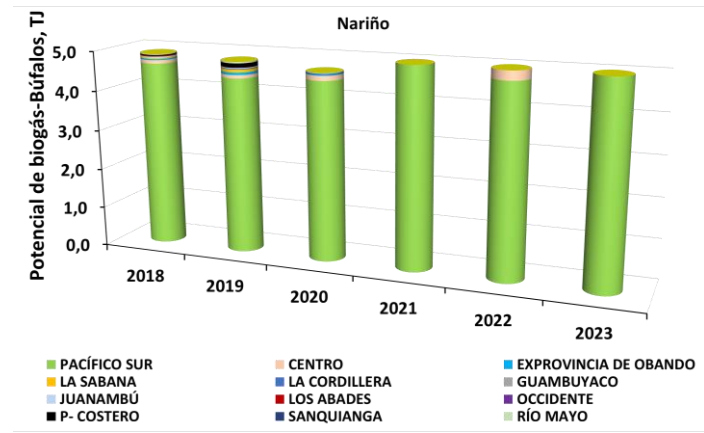
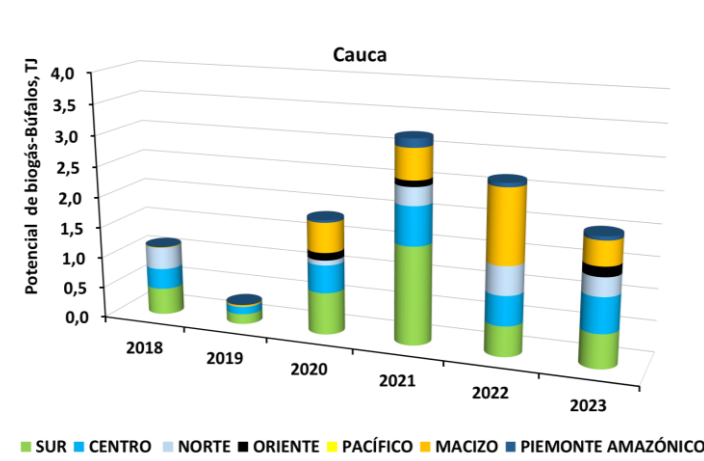
■ CENTRO ■ EXPROVINCIA DE OBANDO ■ LA SABANA ■ LA CORDILLERA ■ GUAMBUYACO ■ JUANAMBÚ ■ LOS ABADES ■ OCCIDENTE ■ PACÍFICO SUR ■ P-COSTERO ■ SANQUIANGA ■ RÍO MAYO ■ TELEMBÍ



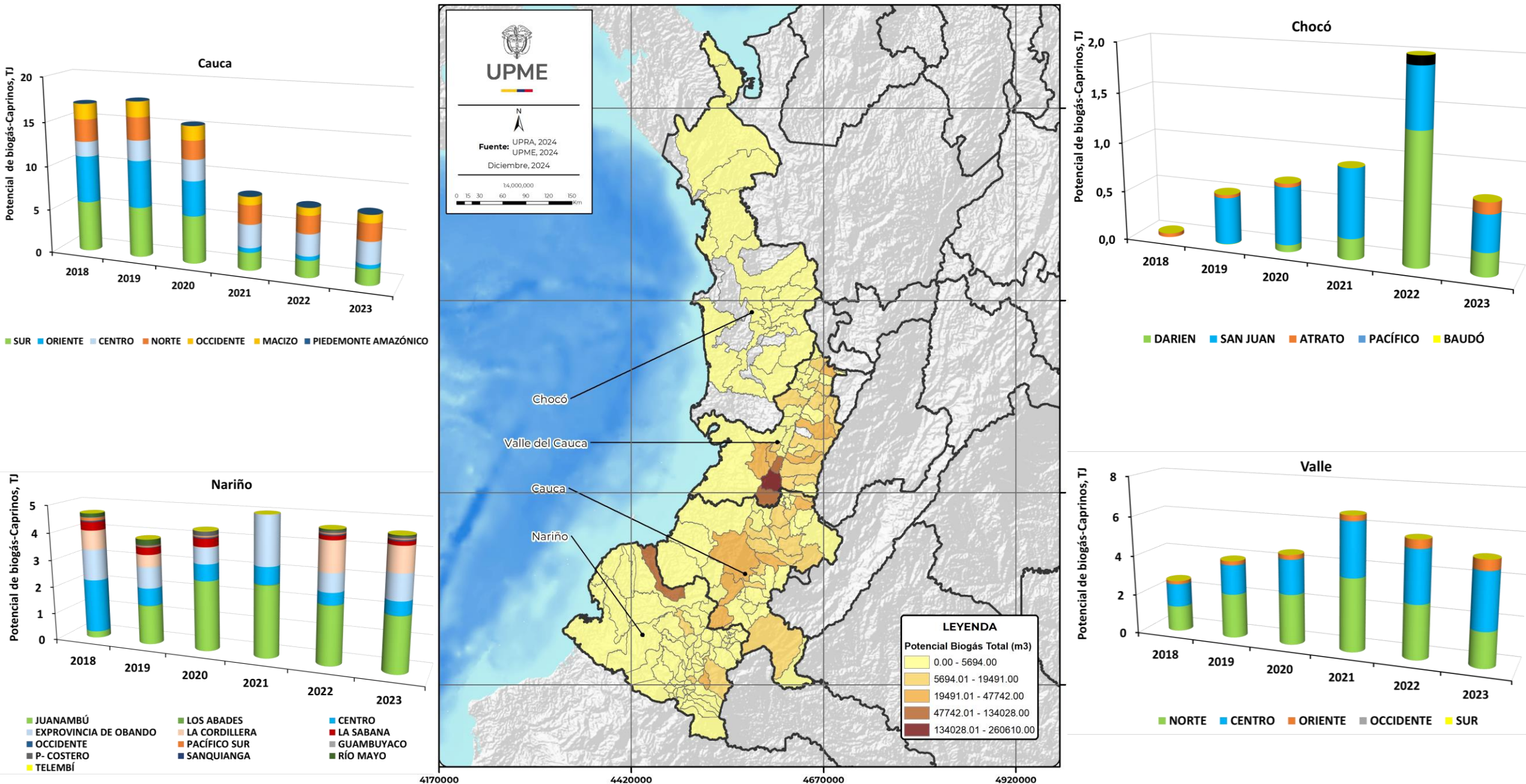
■ SUR ■ NORTE ■ CENTRO ■ ORIENTE ■ OCCIDENTE



**Figura (de Anexo 1) 15. Potencial bioenergético del estiércol bufalino de la Región del Pacífico**



**Figura (de Anexo 1) 16. Potencial bioenergético del estiércol caprino de la Región del Pacífico**



**Figura (de Anexo 1) 17. Potencial bioenergético del estiércol ovino de la Región del Pacífico**

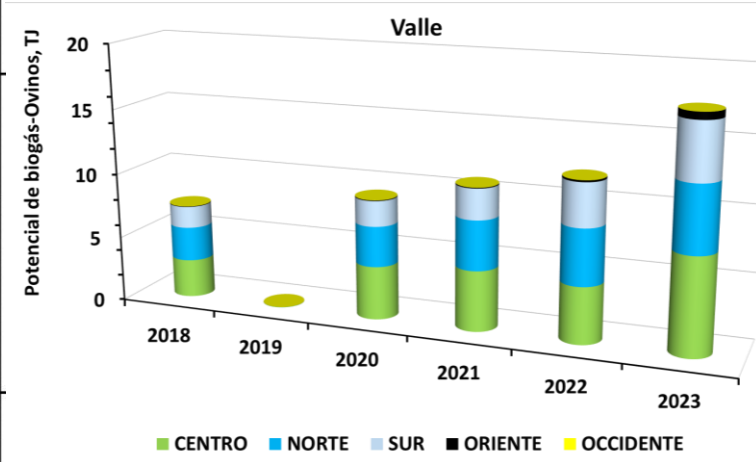
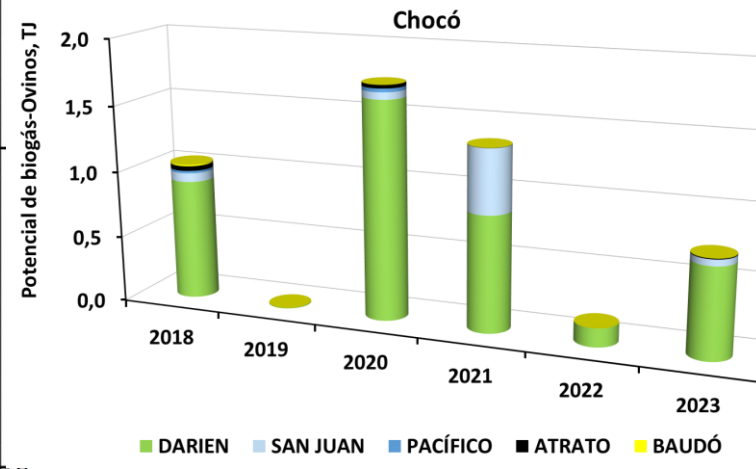
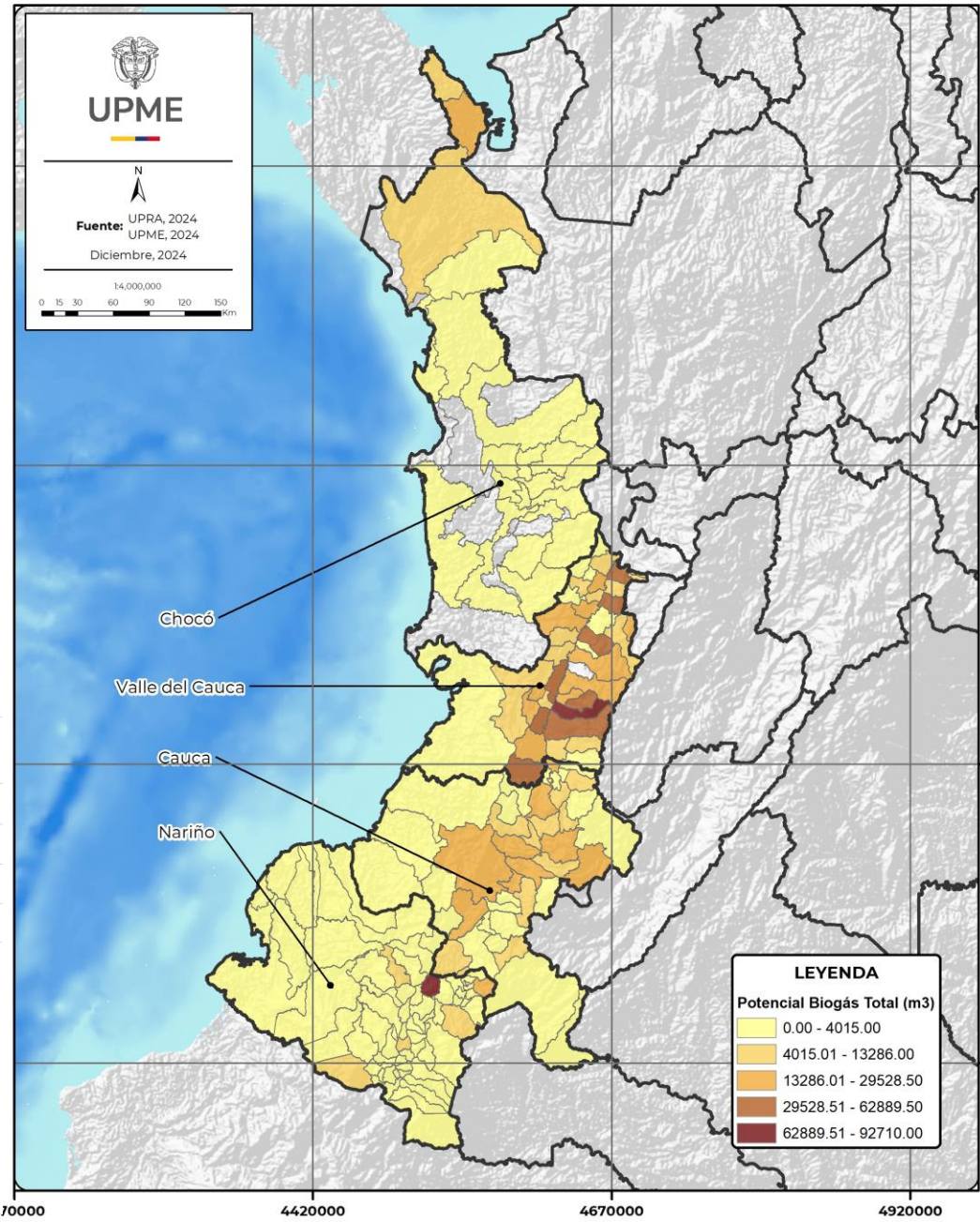
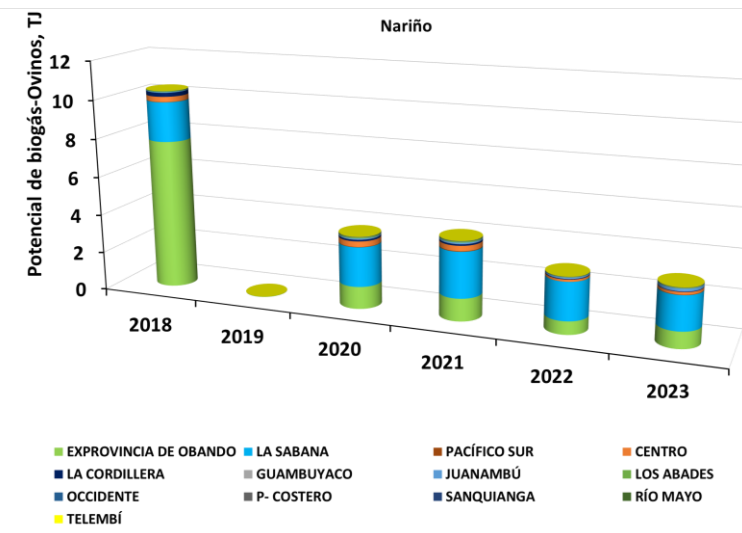
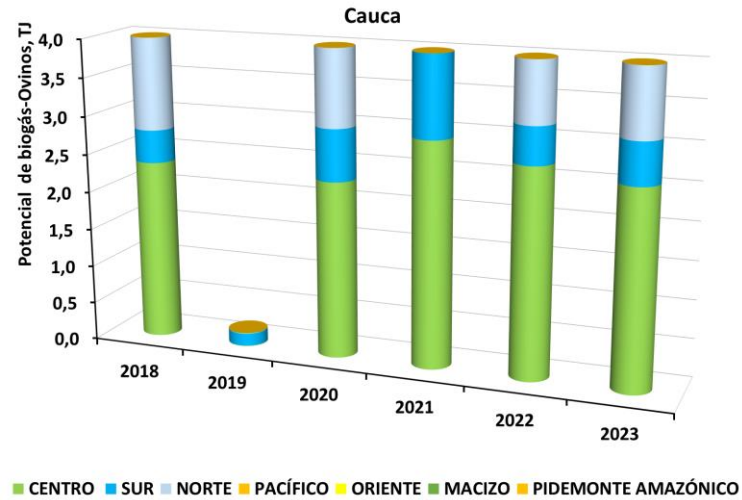
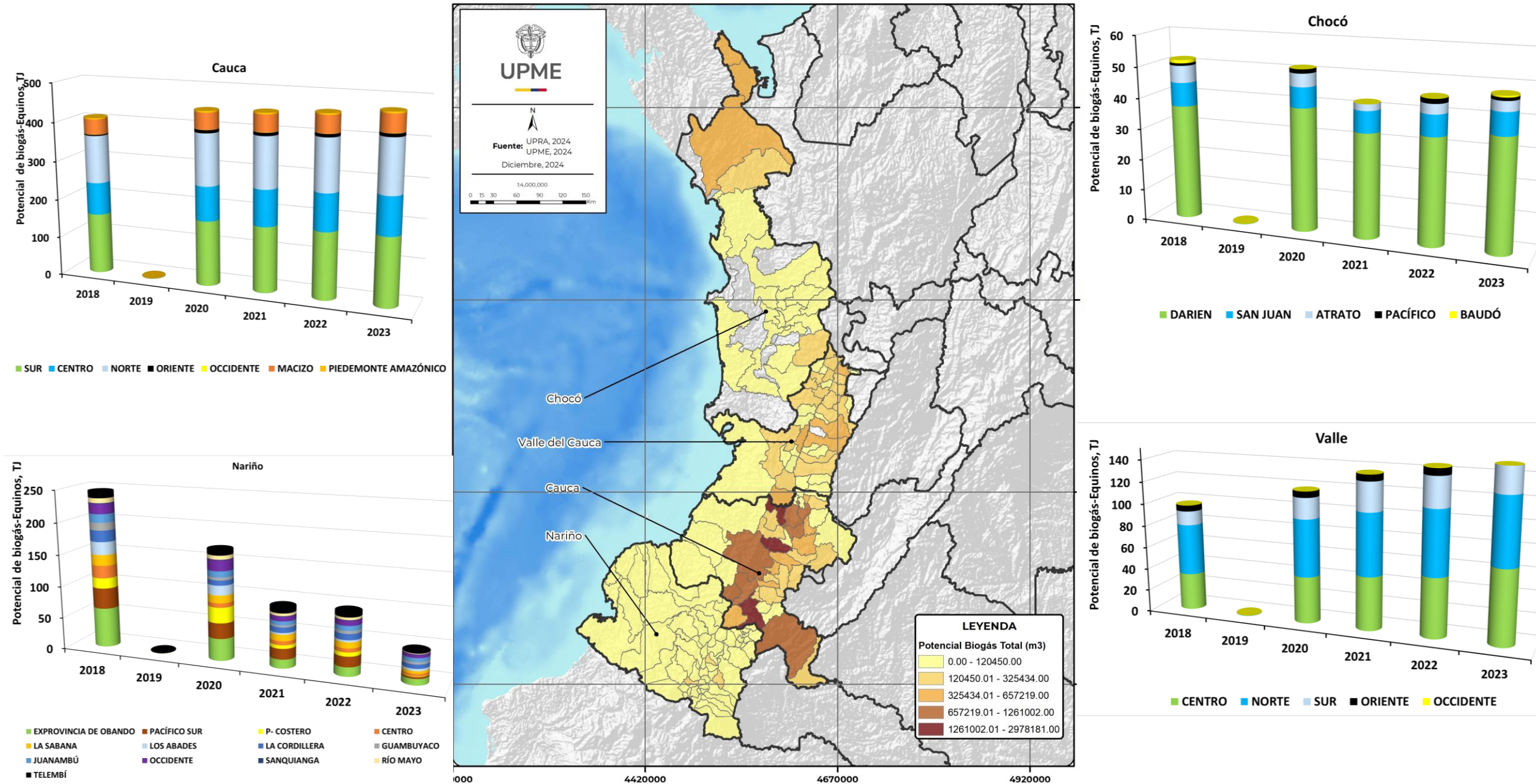


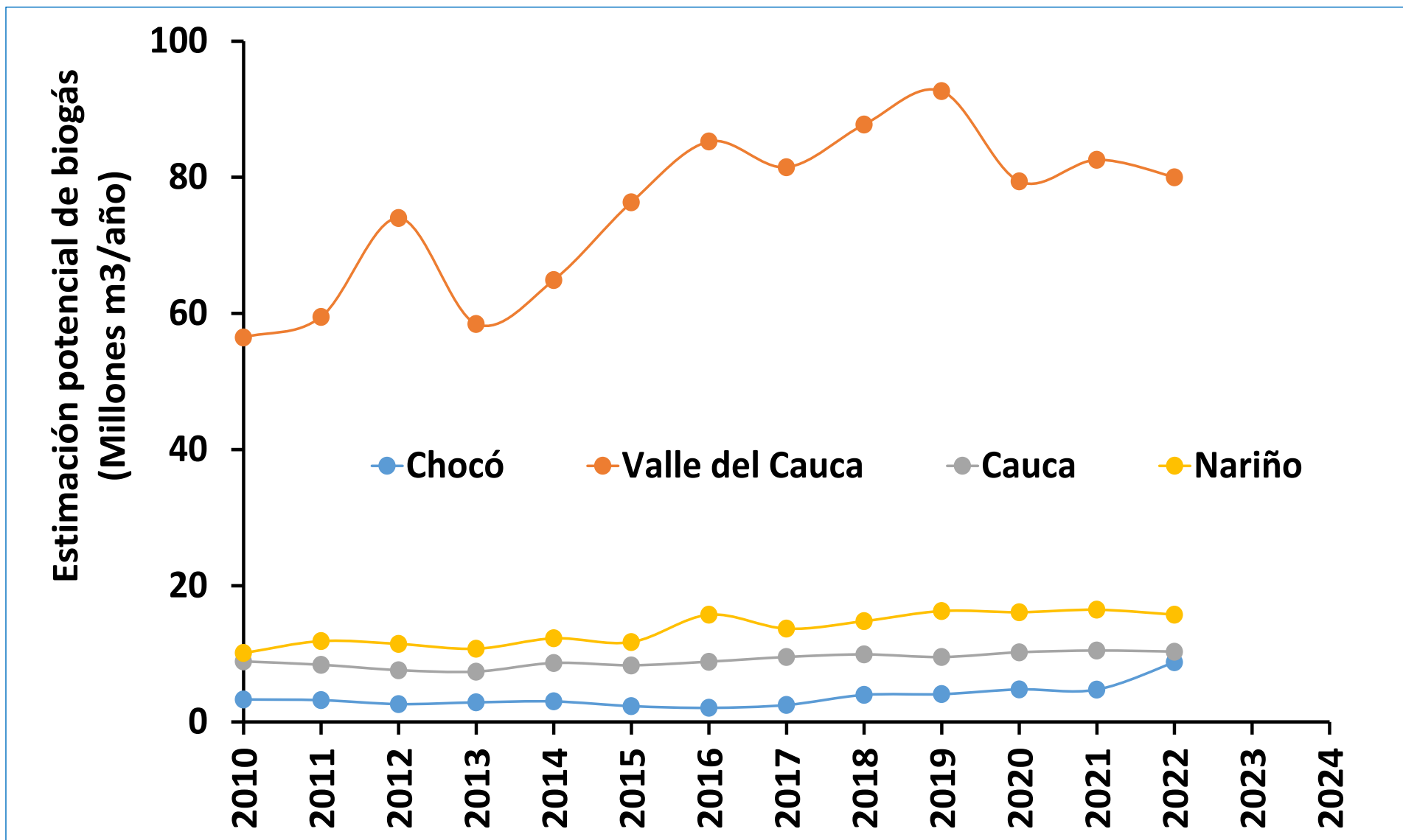
Figura (de Anexo 1) 18. Potencial bioenergético del estiércol equino de la Región del Pacífico



# Potenciales teóricos bioenergéticos urbanos.



Figura (de Anexo 1) 19. Estimaciones de generación de biogás en los rellenos sanitarios de la Región del Pacífico.



**Figura (de Anexo 1) 20.** Potencial bioenergético de las PTAR más representativas de la región del Pacífico colombiano.

