

Informe línea base de biomasa aérea Proyecto Awai



ELABORADO POR :

Contenido

Contenido.....	2
1. Introducción.....	4
2. ¿Que es la línea base aérea?.....	5
3. Metodología a través de satélites.....	5
3.1 Metodología Biocarbon.....	7
4. Resultados.....	8
4.1 Predio 1.....	13
4.2 Predio 2.....	14
4.3 Predio 3.....	16
4.4 Predio 4.....	17
4.5 Predio 5.....	19
4.6 Predio 6.....	20
4.7 Predio 7.....	22
4.8 Predio 8.....	23
4.9 Predio 9.....	25
4.10 Predio 10.....	26
4.11 Predio 11.....	28
4.12 Predio 12.....	30
4.13 Predio 13.....	31
4.14 Predio 14.....	33
4.15 Predio 15.....	34
4.16 Predio 16.....	36
4.17 Predio 17.....	38
4.18 Predio 18.....	39
4.19 Predio 19.....	41
4.20 Predio 20.....	43
4.21 Predio 21.....	44
4.22 Predio 22.....	46
4.23 Predio 23.....	47
4.24 Predio 24.....	49
4.25 Predio 25.....	50
4.26 Predio 26.....	52
4.27 Predio 27.....	53
4.28 Predio 28.....	54

4.29 Predio 29.....	56
4.30 Predio 30.....	58
4.31 Predio 31.....	60
5. Análisis de resultados.....	62
5.1 Conclusiones.....	65
6. Comparación del amazonas.....	66
7. Próximos pasos.....	68



1. Introducción

El Proyecto es una iniciativa destinada a la conservación de los bosques amazónicos peruanos, situados en las regiones de San Martín, Loreto y Ucayali. Estas áreas, de inmensa relevancia global, no solo representan un baluarte crítico para la biodiversidad, sino que también son el hogar de miles de personas cuya subsistencia depende directamente de estos ecosistemas. Este proyecto, implementado por Dismart Amazon Carbon y desarrollado por eGreen, busca proteger hasta 500,000 hectáreas a través de acuerdos de colaboración con comunidades locales, orientados a reducir la extracción maderera y mitigar la deforestación.

En las zonas con mayores índices de degradación forestal, se llevarán a cabo actividades de reforestación con el objetivo de restaurar el valor natural de los ecosistemas y mejorar la calidad de los bosques. Estas acciones garantizan el almacenamiento de carbono en la vegetación y los suelos, evitando su liberación a la atmósfera y contribuyendo así a la mitigación del cambio climático. Paralelamente, se está realizando una evaluación detallada de los beneficios totales equivalentes en CO₂, asegurando la precisión en la cuantificación del impacto ambiental.

En las zonas que se han logrado mantener en buenas condiciones, se llevarán a cabo actividades de conservación destinadas a preservar la biodiversidad existente y garantizar la continuidad de los servicios ecosistémicos que brindan estos bosques. Estas acciones incluirán monitoreo constante, manejo sostenible de recursos naturales y apoyo técnico a las comunidades locales para fortalecer prácticas de uso responsable del territorio. Además, se priorizará la protección de especies clave, contribuyendo a la resiliencia del ecosistema frente a las amenazas del cambio climático y la presión humana.

Los ingresos generados por la venta de créditos de carbono serán reinvertidos íntegramente en la financiación de actividades de conservación y restauración, asegurando la sostenibilidad del proyecto. Además, el Proyecto pone un énfasis especial en la participación inclusiva y democrática a lo largo de su implementación y gestión, promoviendo el desarrollo sostenible tanto para el Amazonas como para las comunidades que dependen de él. Este enfoque integral no solo busca preservar los recursos naturales, sino también empoderar a las comunidades locales, consolidando su rol como guardianes del bosque y contribuyendo a su bienestar socioeconómico.

Este informe de línea base proporciona una visión detallada del estado actual del área del proyecto, sirviendo como punto de partida para medir el impacto de las intervenciones y garantizar la transparencia en el cumplimiento de los objetivos trazados.



2. ¿Que es la línea base aérea?

La línea base de un proyecto de créditos de carbono es una referencia clave que establece el escenario hipotético de cómo evolucionarían las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en ausencia de las intervenciones del proyecto. Este punto de partida permite medir con precisión las reducciones o remociones adicionales de GEI logradas gracias al proyecto. Para el Proyecto actual, se ha realizado el cálculo del estado actual de la biomasa aérea y como ha evolucionado y respondido frente a diferentes presiones que se presentan en las diferentes zonas donde el proyecto se encuentra y las prácticas de uso del suelo en las regiones de San Martín, Loreto y Ucayali. Para esto, se utilizaron tecnologías avanzadas, como el monitoreo de biomasa aérea mediante imágenes satelitales, para cuantificar el carbono almacenado en la vegetación con alta precisión y detectar cambios en el tiempo. Este enfoque asegura una medición fiable del impacto ambiental y refuerza la capacidad del proyecto para preservar los recursos naturales y promover el desarrollo sostenible en las comunidades locales. Esta metodología de cálculo se explica en detalle en la siguiente sección del documento.

3. Metodología a través de satélites

La metodología implementada por eGreen para calcular la línea base aérea y realizar el monitoreo futuro en el proyecto combina técnicas avanzadas de teledetección, análisis de datos y modelado estadístico, garantizando un enfoque robusto y preciso para la cuantificación de la biomasa aérea y el carbono almacenado en los bosques amazónicos. Esta estrategia se sustenta en múltiples fuentes de datos y herramientas tecnológicas, proporcionando una caracterización detallada del estado actual y las dinámicas que ha presentado el ecosistema forestal.

Para este propósito, se emplean imágenes satelitales Sentinel-2 (del geovisor Copernicus de la Unión Europea), específicamente datos nivel L2A, y del geovisor Planet Scope. Estas imágenes permiten extraer información clave sobre la vegetación mediante índices espectrales como NDVI, EVI, SAVI, MSI, RVI y DVI, que evalúan la densidad y salud del dosel forestal, además de monitorear cambios en el uso del suelo representado en el cambio de cobertura. Junto a estos índices, se incorporaron las bandas espectrales 1, 2, 3, 4, 8, 11 y 12 de Sentinel-2 y las bandas 1, 2, 3 y 4 de las imágenes Plant Scope, enriqueciendo el análisis multiespectral y proporcionando una perspectiva integral de las condiciones del bosque. Asimismo, se añadió una variable asociada a la composición de coberturas, reconociendo su influencia directa en la distribución y cantidad de biomasa.

Adicionalmente, el sistema GEDI (Global Ecosystem Dynamics Investigation) se integra a la metodología, proporcionando mediciones precisas de la altura del dosel y la estructura

vertical de la vegetación mediante altimetría láser. Estos datos son complementados con la limpieza de valores atípicos para garantizar su calidad y confiabilidad, resultando esenciales para estimar la biomasa aérea, especialmente en ecosistemas tan complejos como el Amazonas. La combinación de estas fuentes mejora significativamente la precisión del modelo al incorporar tanto mediciones tridimensionales como una evaluación detallada de la dinámica forestal.

La topografía de la zona también desempeña un papel clave en el análisis. Se utiliza un Modelo Digital de Elevación (DEM) de alta resolución generado por la misión ALOS PALSAR, que fue sometido a la herramienta Fill para rellenar y corregir los defectos que trae el DEM, una vez corregido este FILLDEM es el insumo básico para la determinación del raster de pendiente y de orientación del terreno. Estas variables topográficas se integran al modelo para comprender cómo las características del terreno influyen en la distribución y densidad de la vegetación.

Con todas estas entradas, se entrena un modelo de regresión basado en el algoritmo de Random Forest, el cual prioriza las variables más relevantes mediante un cálculo automático de su importancia relativa. Los puntos de biomasa aérea obtenidos de los datos de GEDI se utilizan como objetivos de entrenamiento. Este modelo se configura para minimizar errores a través del uso de subconjuntos aleatorios de datos, garantizando un ajuste óptimo sin sobreentrenamiento. Durante el proceso de validación, se evalúa la capacidad predictiva del modelo mediante el coeficiente de determinación (R^2), asegurando predicciones confiables. Finalmente, el modelo resultante se almacena en un archivo especializado (.ecd), lo que permite su uso en predicciones futuras. Es menester resaltar que se buscaron modelos que tuvieran R^2 mayores a 0.7 dando como resultado representaciones cercanas a la realidad, asimismo, los datos GEDI fueron sometidos a una depuración estadística con base en la gráfica de cajas y bigotes ajustando aún más el coeficiente de determinación alcanzando en algunos casos valores 0.8.

El procesamiento de resultados genera mapas rasterizados que muestran estimaciones detalladas de biomasa aérea y carbono almacenado en diferentes períodos. Esto permite monitorear cambios en el área de estudio, evaluar el impacto de las intervenciones y validar reducciones de emisiones o remociones de carbono logradas. Las estadísticas finales se adaptan a la resolución espacial de las imágenes satelitales, proporcionando resultados escalables y de alta precisión.

La integración de datos satelitales, modelado estadístico y machine learning convierte esta metodología en una herramienta innovadora, escalable, adaptable y replicable para la gestión de los recursos forestales. Además de facilitar la generación de créditos de carbono trazables y verificables, reduce significativamente los costos y tiempos asociados al cálculo y monitoreo. Este enfoque no solo promueve la sostenibilidad del proyecto, sino que también respalda estrategias de conservación y manejo sostenible en el Amazonas, contribuyendo al balance entre la mitigación del cambio climático y el desarrollo socioeconómico de las comunidades locales. Con este nivel de precisión y adaptabilidad, la metodología de eGreen se posiciona como una solución clave para la preservación de los bosques amazónicos y sus valiosos ecosistemas.

3.1 Metodología Biocarbon

En el marco del proyecto Biocarbon, la selección de las metodologías REDD+ (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal) y ARR (Reforestación, Restauración y Rehabilitación) responde a la necesidad de abordar de manera integral los objetivos de conservación y restauración forestal, garantizando el cumplimiento de estándares internacionales y maximizando el impacto ambiental positivo. Estas metodologías permiten estructurar el proyecto en fases claras, priorizando actividades iniciales como la generación de la línea base aérea y dejando etapas complementarias, como el análisis de áreas de referencia y fuga, para los próximos pasos.

REDD+: Conservación de bosques existentes

La metodología REDD+ fue seleccionada para abordar la prevención de emisiones generadas por la deforestación y degradación forestal en las áreas boscosas actuales. Su aplicación se centra en la conservación del carbono almacenado en la biomasa aérea y en la promoción de prácticas sostenibles que reduzcan la presión sobre los recursos forestales. Este enfoque inicial considera:

- La identificación y cuantificación del carbono almacenado en los bosques existentes mediante un análisis de biomasa aérea, utilizando tecnologías avanzadas como imágenes satelitales y datos LIDAR.
- La implementación de estrategias preliminares de monitoreo que permitan establecer una base sólida para futuras actividades de conservación.

ARR: Restauración de áreas degradadas

La metodología ARR complementa el enfoque de REDD+ al centrarse en la restauración de áreas degradadas dentro del territorio del proyecto. A través de ARR, se busca incrementar el almacenamiento de carbono a largo plazo mediante la reforestación con especies nativas y el manejo sostenible de estas nuevas plantaciones. En esta etapa, las actividades iniciales incluyen:

- La identificación de áreas con potencial para la restauración.
- La generación de información preliminar sobre la biomasa potencial que estas áreas podrían capturar, como parte del análisis de la línea base aérea.

Debido a la envergadura del proyecto, se reconoce la necesidad de mantener flexibilidad y adaptabilidad en su enfoque metodológico. Por ello, Biocarbon está abierto a analizar y mejorar sus metodologías en función de las necesidades emergentes, incorporando elementos de otros proyectos o explorando formas más precisas de abordar los objetivos planteados. Esta disposición permite fortalecer su impacto ambiental y social, asegurando que el proyecto responda de manera efectiva a los desafíos específicos de su implementación y se mantenga alineado con los más altos estándares internacionales.

4. Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la biomasa aérea correspondientes al período indicado. Cada predio ha sido identificado con un número del 1 al 31, representando zonas específicas que se detallarán en los apartados correspondientes.

En primera instancia y para facilitar el análisis e interpretación de los resultados, los 31 polígonos proporcionados fueron numerados de manera consecutiva. Esta numeración permite una identificación más clara y ordenada, facilitando tanto la comparación entre polígonos como la comprensión de las gráficas y tablas que se presentan más adelante. En las gráficas de barras, el eje horizontal hace referencia a cada uno de estos polígonos numerados, mientras que las variables analizadas, como biomasa aérea, carbono almacenado y CO₂ capturado, se representan en el eje vertical, destacando las diferencias entre polígonos de forma visual y accesible.

Asimismo, la tabla de resultados consolidados incluye los valores promedio de todas las mediciones realizadas para cada polígono. Esta tabla ofrece un resumen integral de los datos, permitiendo identificar patrones clave y realizar evaluaciones detalladas sobre la productividad ecológica y el potencial de captura de carbono en cada área analizada. Este enfoque organizado garantiza una representación clara y comprensible de los resultados obtenidos, proporcionando una base sólida para futuras decisiones y estrategias del proyecto.

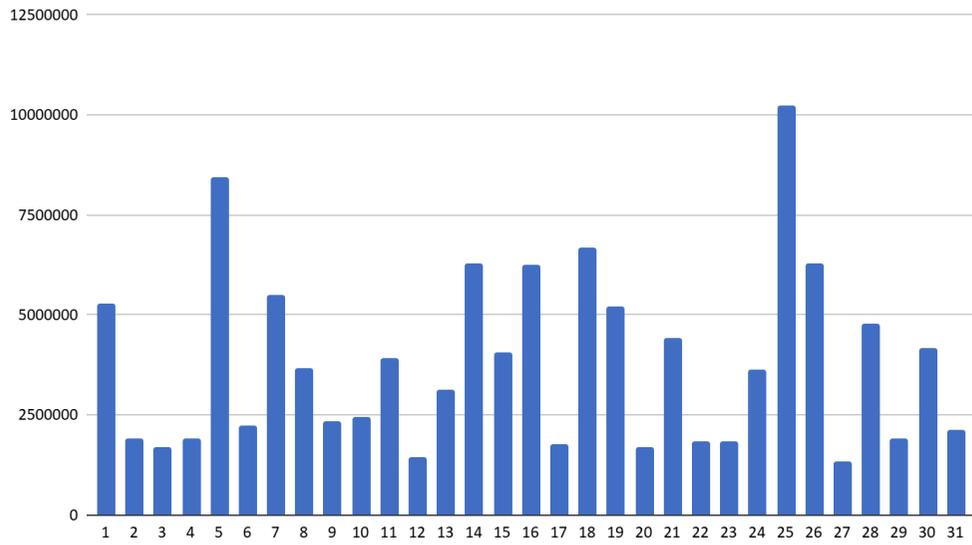
Posteriormente, para la visualización individual de cada predio, se presentan un mapa, una tabla y un gráfico. La tabla detalla elementos clave como el área, la biomasa estimada, el carbono almacenado y el CO₂ capturado. Adicionalmente, se incluye una representación gráfica que muestra las fluctuaciones de estos parámetros a lo largo del tiempo, permitiendo identificar tendencias y variaciones relevantes durante el periodo analizado.

ID Polígono	No Contrato	Titular	Región	Área (ha)	Promedio biomasa aérea (tons)	Promedio biomasa aérea (tons/ha)	Prom carbono (tons)	Promedio Carbono (tons/ha)	Promedio CO ₂ (tons)	Promedio CO ₂ (tons/ha)
1	16LORMAY/CONMAD201722	Consortio Forestal Netrimac S.A.C.	Loreto	16080	3034399	189	1437395	89	5275238	328
2	16LORMAR/CONMAD20163	Consortio Maderero Lamf & Jedan	Loreto	4982	1092741	220	517632	104	1899708	381
3	16LORMAR/CONMAD20164	Consortio Maderero Lamf & Jedan	Loreto	4980	975564	196	462125	93	1695997	341
4	16LORREQ/CONMAD201914	Consortio Maderero Lamf & Jedan	Loreto	4982	1092741	220	517632	104	1899708	381
5	16LORMAR/CONMAD201932	CONSTRUCTORA Y SERVICIOS LA PEDRERA E.I.R.L.	Loreto	16898	4850035	287	2297461	136	8431683	499
6	16LORMAR/CONMAD201933	CONSTRUCTORA Y SERVICIOS LA PEDRERA E.I.R.L.	Loreto	6450	1285856	199	609110	95	2235434	347
7	22SAM/CJ233	FORESTAL ALTO SAPOSOA SAC	San Martin	14927	3169649	212	1501463	101	5510368	369
8	16LORMAR/CONMAD201634	Multinegocios Wendy EIRL	Loreto	16526	2110256	128	999628	60	3668636	222
9	16MAY/CD314	ERNESTO ANTONIO LOPEZ CARDENAS	Loreto	7322	1352461	185	640661	87	2351225	321
10	16MAY/CD214	ERNESTO ANTONIO LOPEZ CARDENAS	Loreto	6512	1412624	217	669160	103	2455818	377

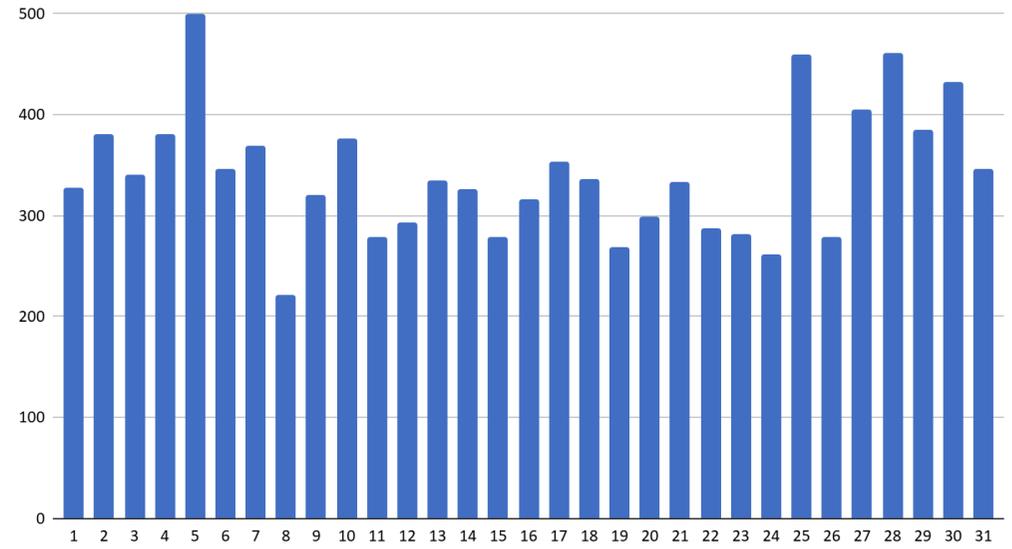
ID Polígono	No Contrato	Titular	Región	Área (ha)	Promedio biomasa aérea (tons)	Promedio biomasa aérea (tons/ha)	Prom carbono (tons)	Promedio Carbono (tons/ha)	Promedio CO ₂ (tons)	Promedio CO ₂ (tons/ha)
11	16LORMAY/CONMAD2017 7	FORESTAL EI CEDRO SA	Loreto	14088	2263788	161	1072356	76	3935547	279
12	16LORMAY/CONMAD2021 19	Forestal Yetar E.I.R.L.	Loreto	4985	839794	168	397810	80	1459964	293
13	16LORMAR/CONMAD201 917	Forestal Yetar EIRL	Loreto	9336	1794610	192	850107	91	3119891	334
14	16LORMAY/CONMAD201 821	Industrial Bellavista EIRL	Loreto	19204	3608623	188	1709404	89	6273514	327
15	16LORMAY/CONMAD201 820	Industrial Bellavista EIRL	Loreto	14520	2329645	160	1103553	76	4050040	279
16	16REQ/CD1214	INVERSIONES MAR & WILL EIRL	Loreto	19718	3590205	182	1700680	86	6241496	317
17	16IQU/CJ1084	Maderera Industrial Perez & Mesia SAC	Loreto	4965	1009830	203	478357	96	1755569	354
18	16LORMAR/CONMAD201 635	Maderera Perez & Sanchez	Loreto	19915	3853071	193	1825200	92	6698483	336
19	16LORMAY/CONMAD2021 14	Maderera Perez y Sanchez	Loreto	19414	2994715	154	1418596	73	5206249	268
20	16LORMAY/CONMAD2017 25	Multinegocios Nicoll SRL	Loreto	5710	983649	172	465955	82	1710054	299
21	16LORMAY/CONMAD201 918	Negociaciones Yacori E.I.R.L	Loreto	13247	2536994	192	1201774	91	4410511	333
22	16LORMAY/CONMAD201 92	Negociaciones Yacori E.I.R.L.	Loreto	6363	1054012	166	499285	78	1832377	288
23	16IQU/CJ2184	Ricardo Moreno Valderrama	Loreto	6513	1057782	162	501072	77	1838933	282

ID Polígono	No Contrato	Titular	Región	Área (ha)	Promedio biomasa aérea (tons)	Promedio biomasa aérea (tons/ha)	Prom carbono (tons)	Promedio Carbono (tons/ha)	Promedio CO ₂ (tons)	Promedio CO ₂ (tons/ha)
24	16LORREQ/CONMAD201726	Forestal Mirely EIRL	Loreto	13896	2088263	150	989210	71	3630402	261
25	25ATA/CJ402	FORESTAL SAN ANTONIO EIRL	Ucayali	22313	5895577	264	2792735	125	10249337	459
26	16REQ/CJ1994	Servicios Forestales Payuyo S.R.L	Loreto	22593	3613858	160	1711884	76	6282616	278
27	22SAM/CIAD18	EMPRESA MADERERA RIVAS HNOS SRL (EMARI SRL)	San Martin	3276	763270	233	361561	110	1326929	405
28	22SAM/CIAD18	EMPRESA MADERERA RIVAS HNOS SRL (EMARI SRL)	San Martin	10396	2753688	265	1304422	125	4787229	461
29	CFM_INVERSIONES_MAHHERVA_EIRL/CFM_INVERSIONES_MAHHERVA_EIRL/16LORMAY	INVERSIONES MAHERVA E.I.R.L	Loreto	4970	1102166	222	522096	105	1916092	386
30	CFM_INVERSIONES_MAHHERVA_EIRL/CFM_INVERSIONES_MAHHERVA_EIRL/16LORMAY	INVERSIONES MAHERVA E.I.R.L	Loreto	9657	2402104	249	1137877	118	4176007	432
31	CFM_INVERSIONES_MAHHERVA_EIRL/CFM_INVERSIONES_MAHHERVA_EIRL/16LORMAY	INVERSIONES MAHERVA E.I.R.L	Loreto	6162	1228809	199	582087	94	2136259	347

CO2 Fijado (Toneladas)

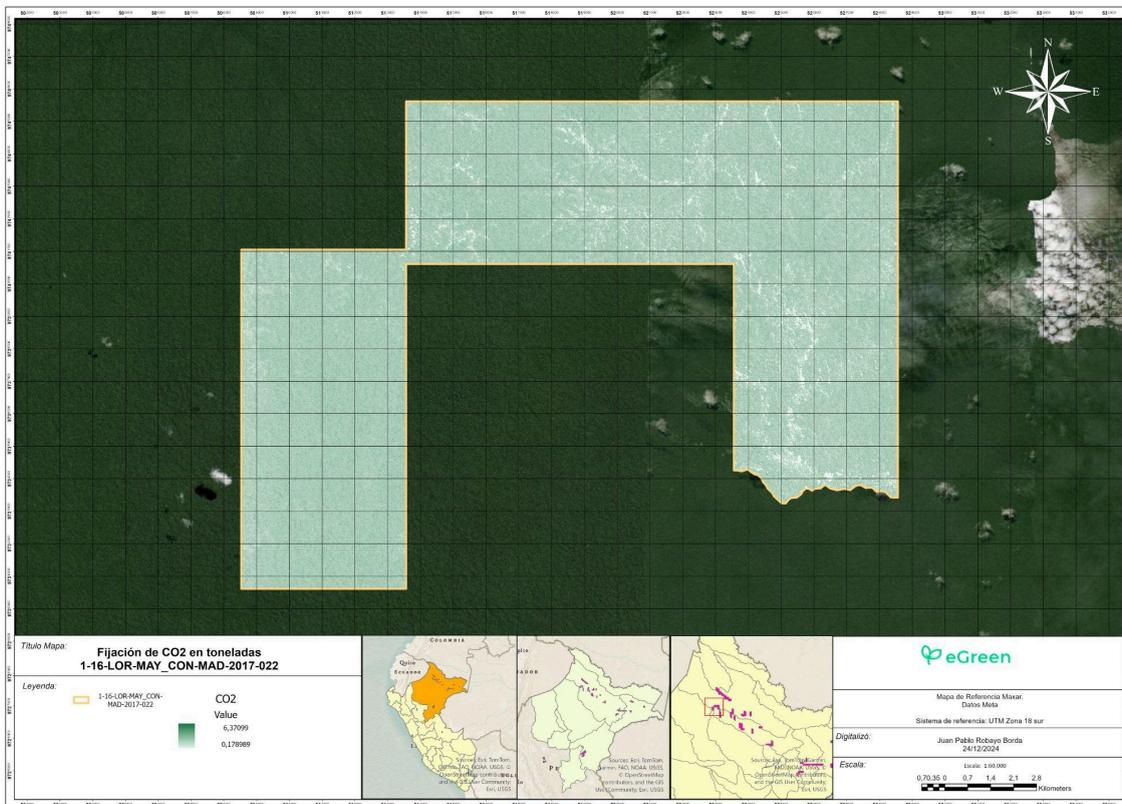


Promedio CO2 (toneladas/hectarea)



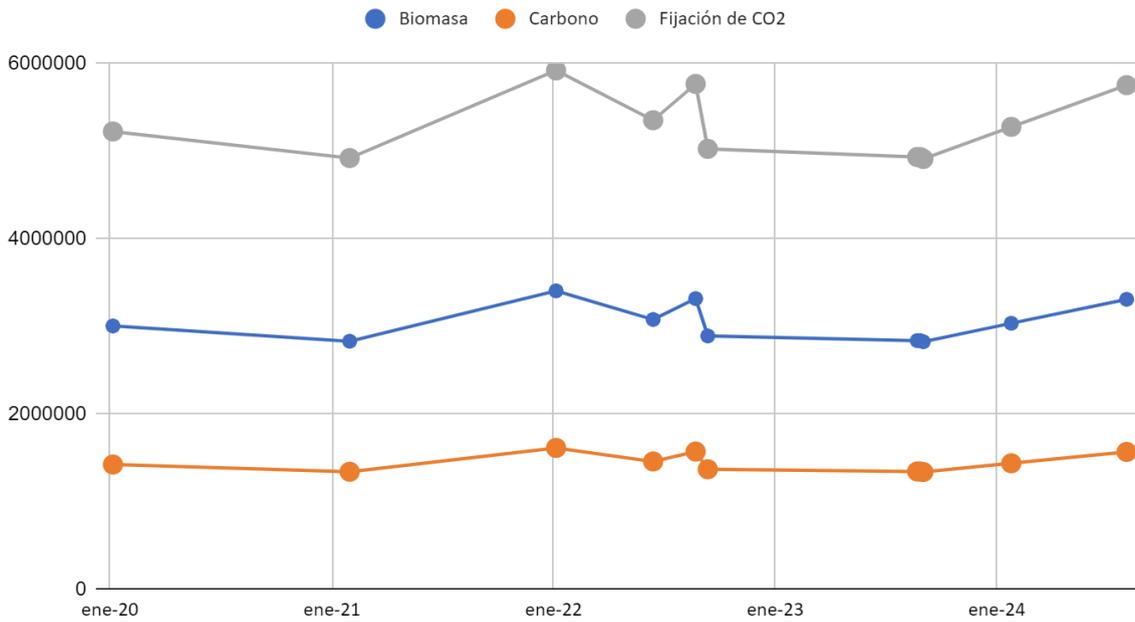
4.1 Predio 1

Ubicación: Loreto



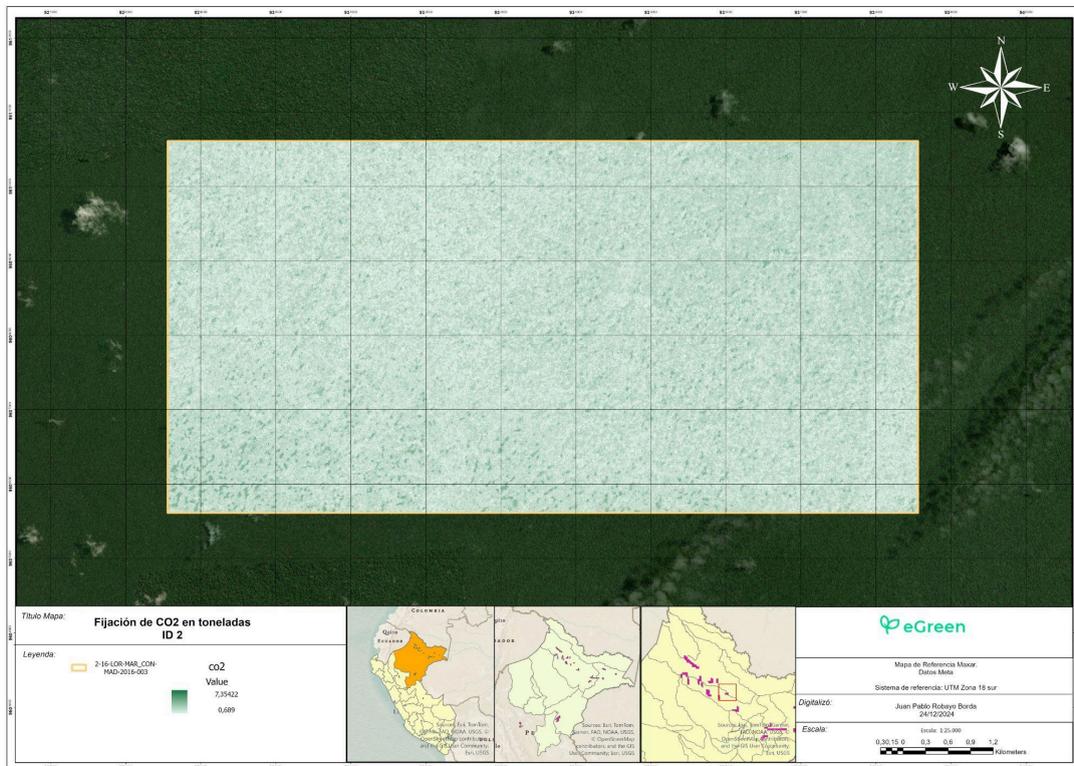
Periodo	Area (ha)	Biomasa área (tons)	Biomasa área (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
ago-24	16080	3309624	206	1567769	97	5753711	358
ene-24	16080	3035901	189	1438106	89	5277850	328
sept-23	16080	2825059	176	1338231	83	4911307	305
ago-23	16080	2837699	176	1344218	84	4933280	307
ago-23	16080	2838079	176	1344398	84	4933941	307
sept-22	16080	2891586	180	1369744	85	5026962	313
ago-22	16080	3317901	206	1571690	98	5768102	359
jun-22	16080	3079469	192	1458744	91	5353592	333
ene-22	16080	3406352	212	1613589	100	5921872	368
ene-21	16080	2831204	176	1341141	83	4921988	306
ene-20	16080	3005511	187	1423711	89	5225018	325

Evolución de las toneladas en el tiempo



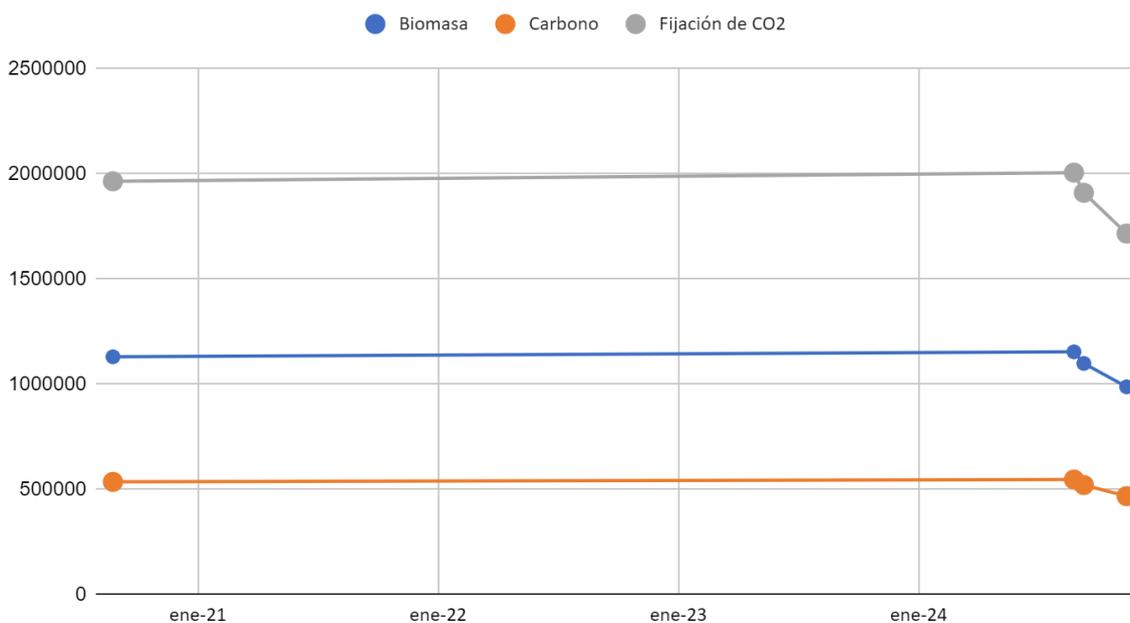
4.2 Predio 2

Ubicación: Loreto



Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
nov-24	4982	987453	198	467756	94	1716666	345
sept-24	4982	1098952	221	520574	104	1910505	383
ago-24	4982	1154091	232	546693	110	2006363	403
ago-20	4982	1130469	227	535503	107	1965297	394

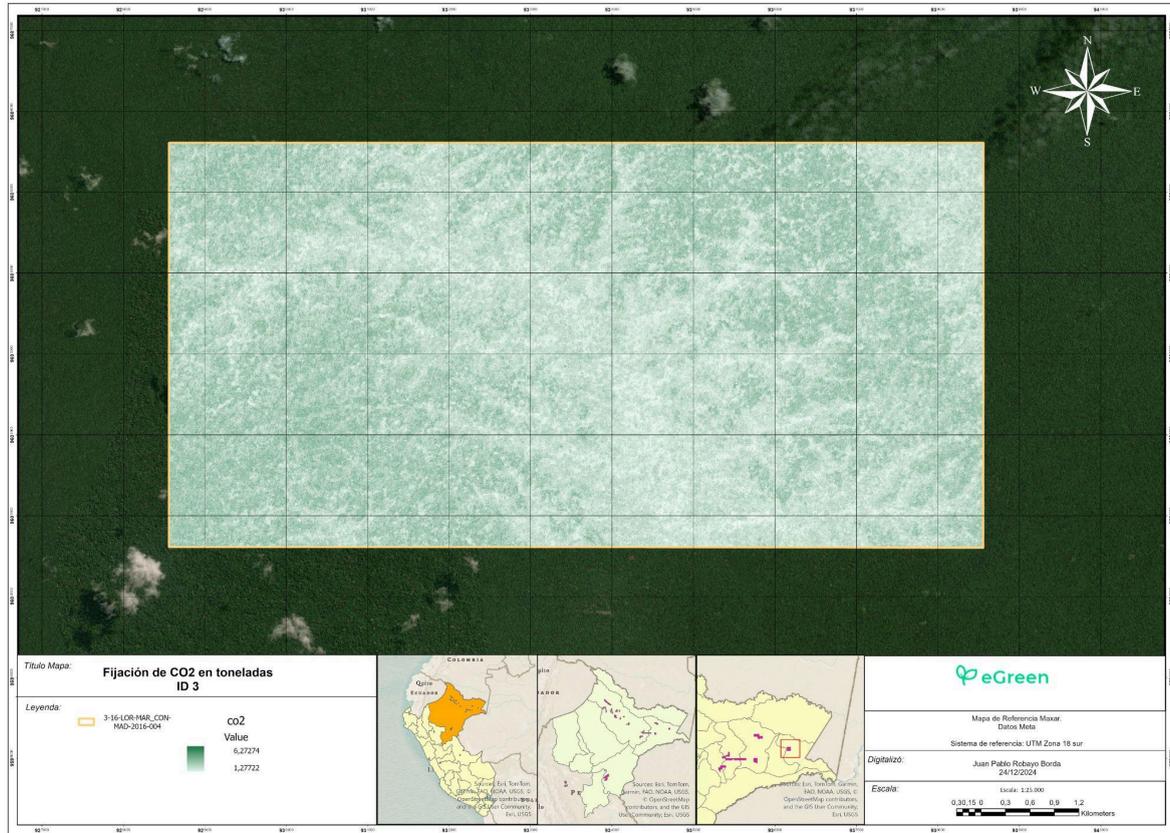
Evolución de las toneladas en el tiempo



eGreen

4.3 Predio 3

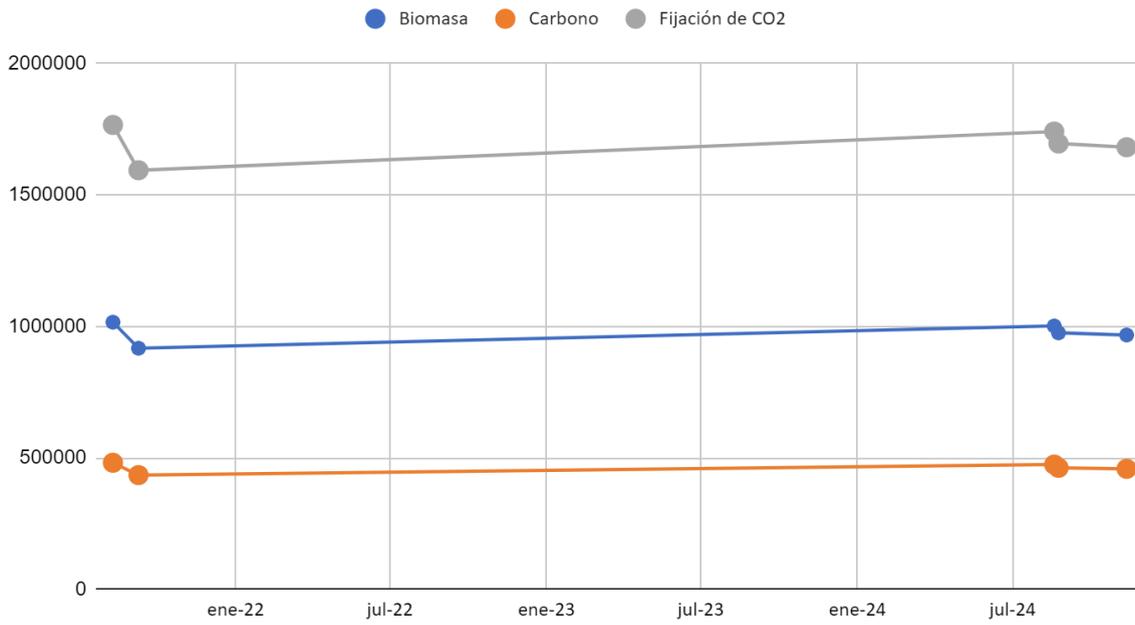
Ubicación: Loreto



Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
nov-24	4980	967364	194	458240	92	1681742	338
ago-24	4980	975543	196	462115	93	1695961	341
ago-24	4980	1001755	201	474531	95	1741529	350
sept-21	4980	917019	184	434392	87	1594219	320
ago-21	4980	1016139	204	481345	97	1766536	355

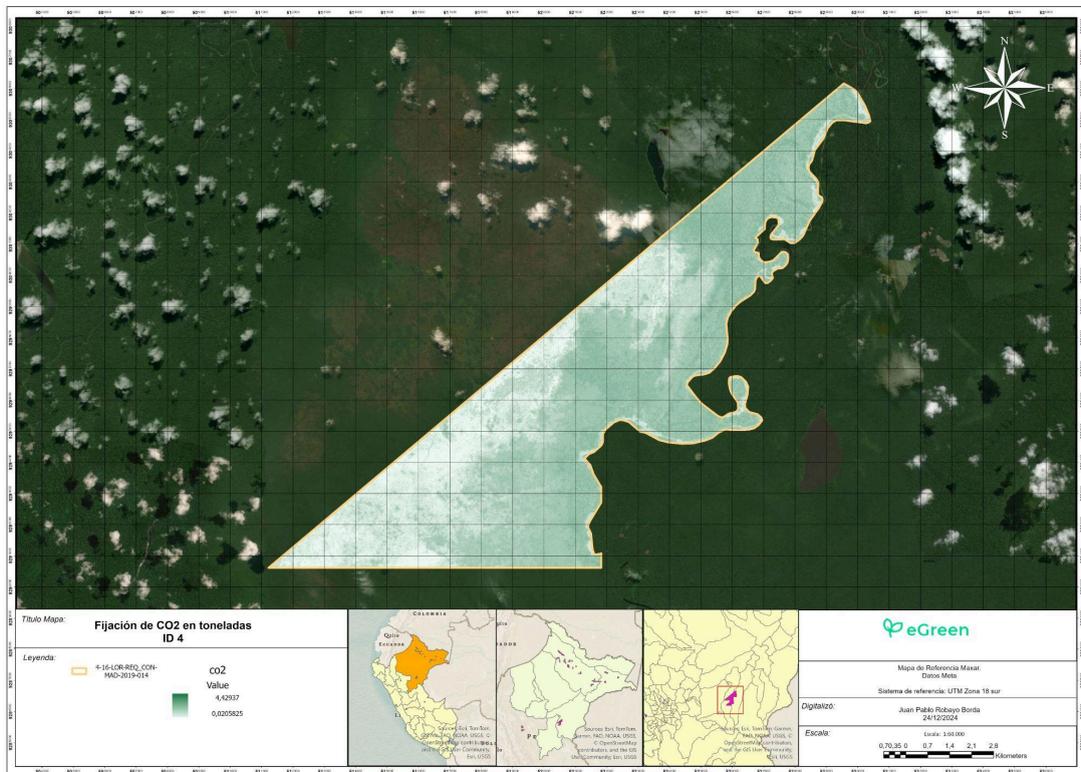


Evolución de las toneladas en el tiempo



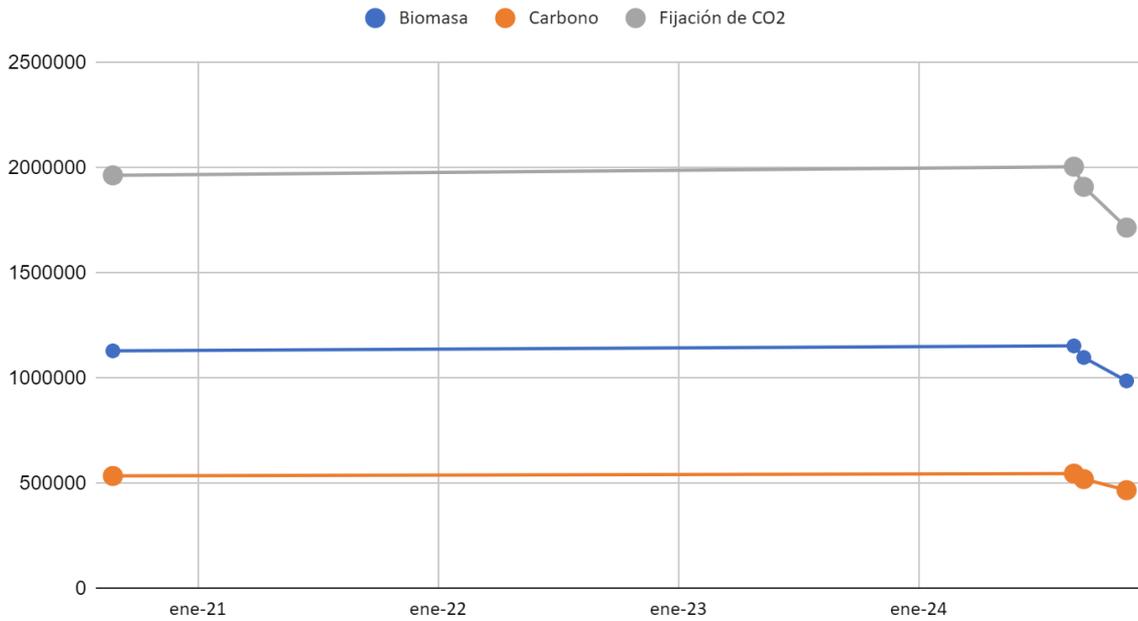
4.4 Predio 4

Ubicación: Loreto



Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
nov-24	4982	987453	198	467756	94	1716666	345
sept-24	4982	1098952	221	520574	104	1910505	383
ago-24	4982	1154091	232	546693	110	2006363	403
ago-20	4982	1130469	227	535503	107	1965297	394

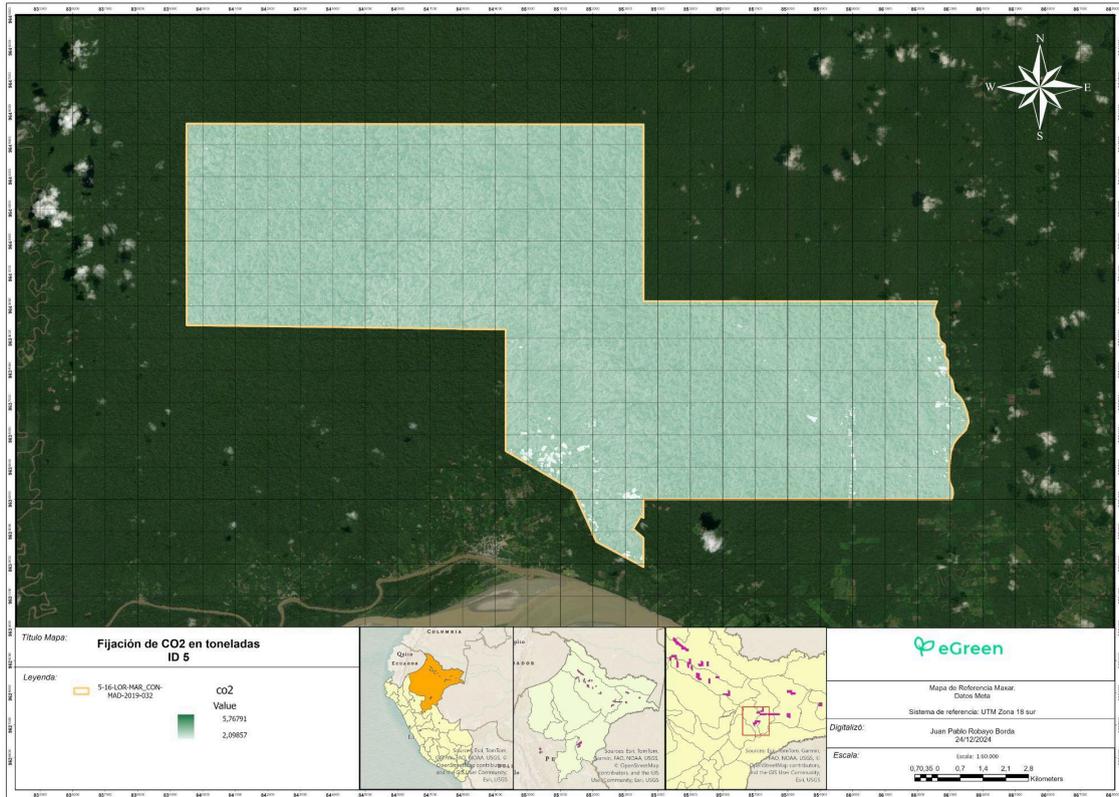
Evolución de las toneladas en el tiempo



eGreen

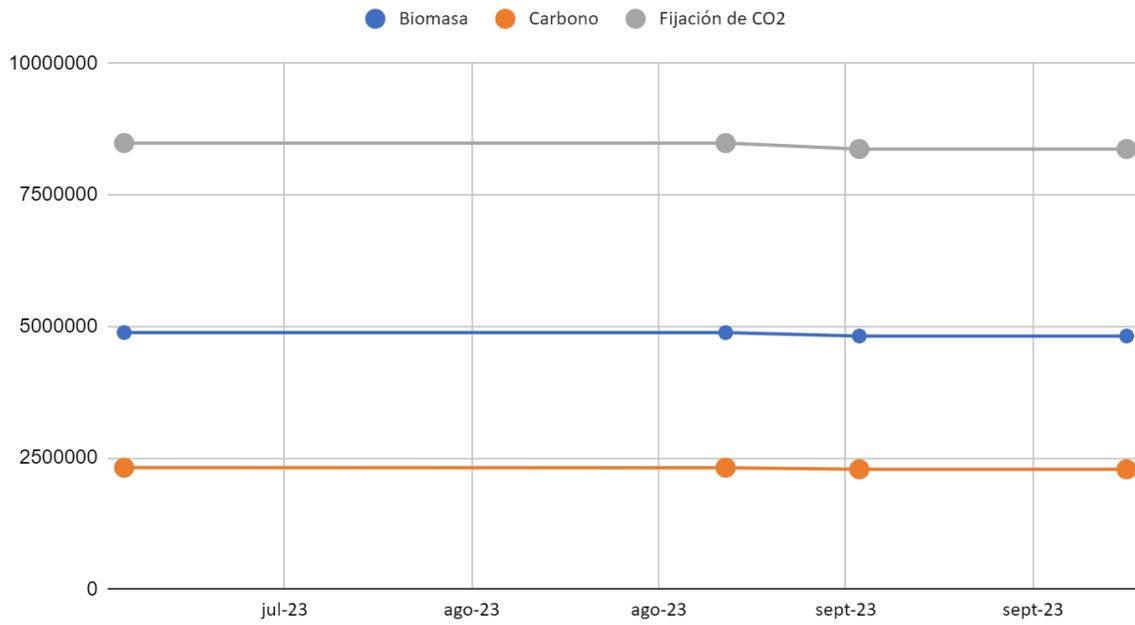
4.5 Predio 5

Ubicación: Loreto



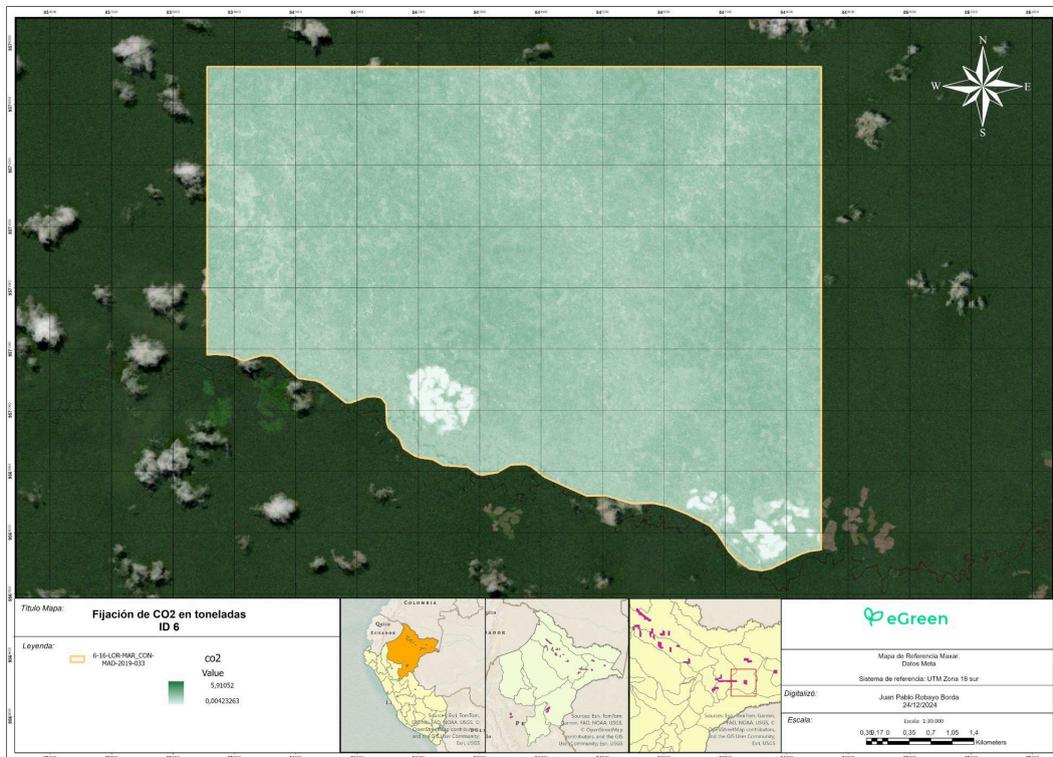
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
sept-23	16899	4817335	285	2281971	135	8374835	496
sept-23	16899	4817335	285	2281971	135	8374835	496
ago-23	16894	4882089	289	2312646	137	8487410	502
jul-23	16899	4883380	289	2313257	137	8489653	502

Evolución de las toneladas en el tiempo



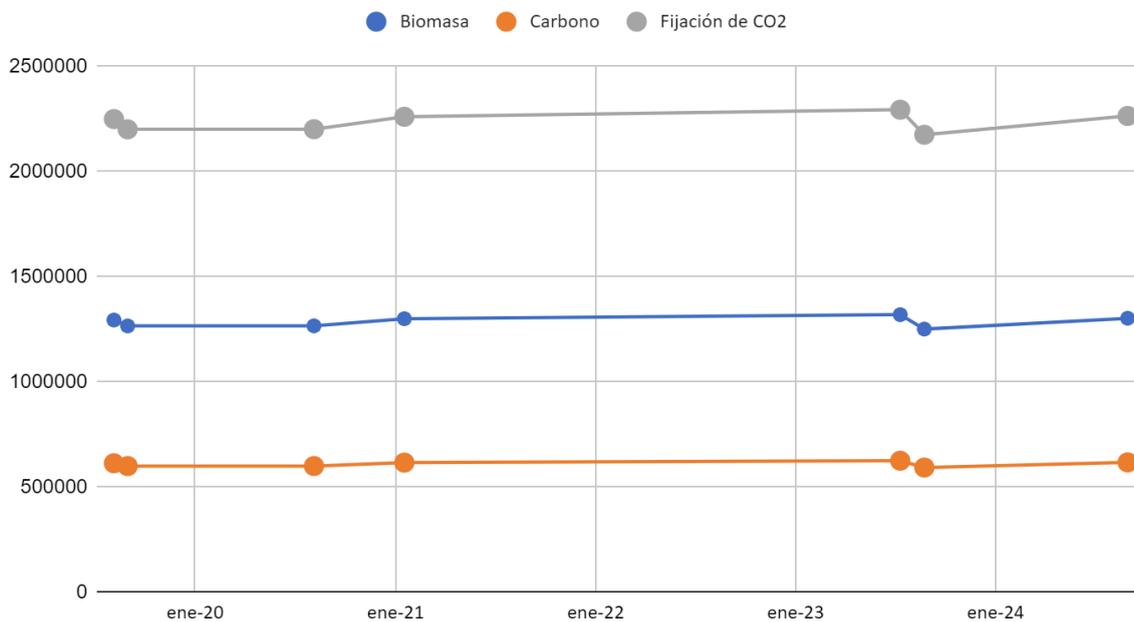
4.6 Predio 6

Ubicación: Loreto



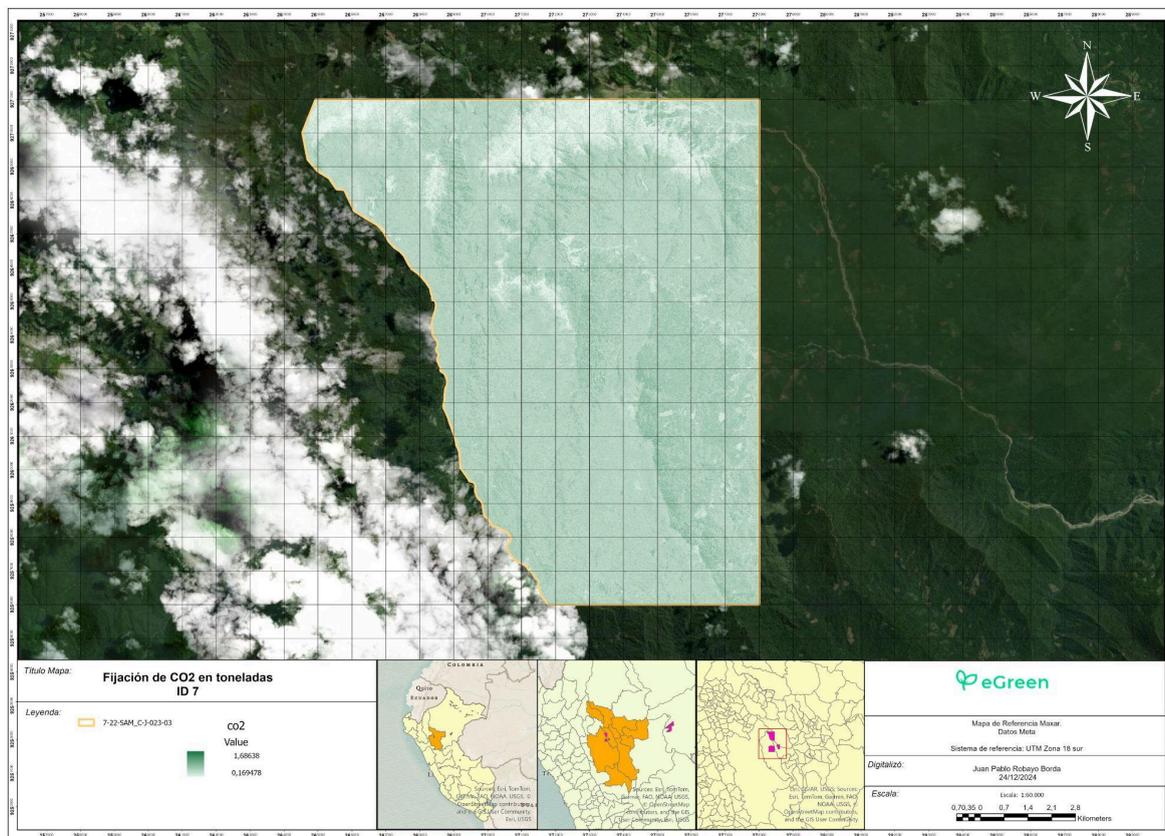
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
ago-24	6450	1302658	202	617069	96	2264643	351
ago-23	6450	1251263	194	592723	92	2175294	337
jul-23	6450	1319780	205	625180	97	2294410	356
ene-21	6450	1300458	202	616027	96	2260819	351
ago-20	6450	1266498	196	599940	93	2201781	341
ago-19	6450	1266122	196	599762	93	2201127	341
ago-19	6450	1294212	201	613068	95	2249961	349

Evolución de las toneladas en el tiempo



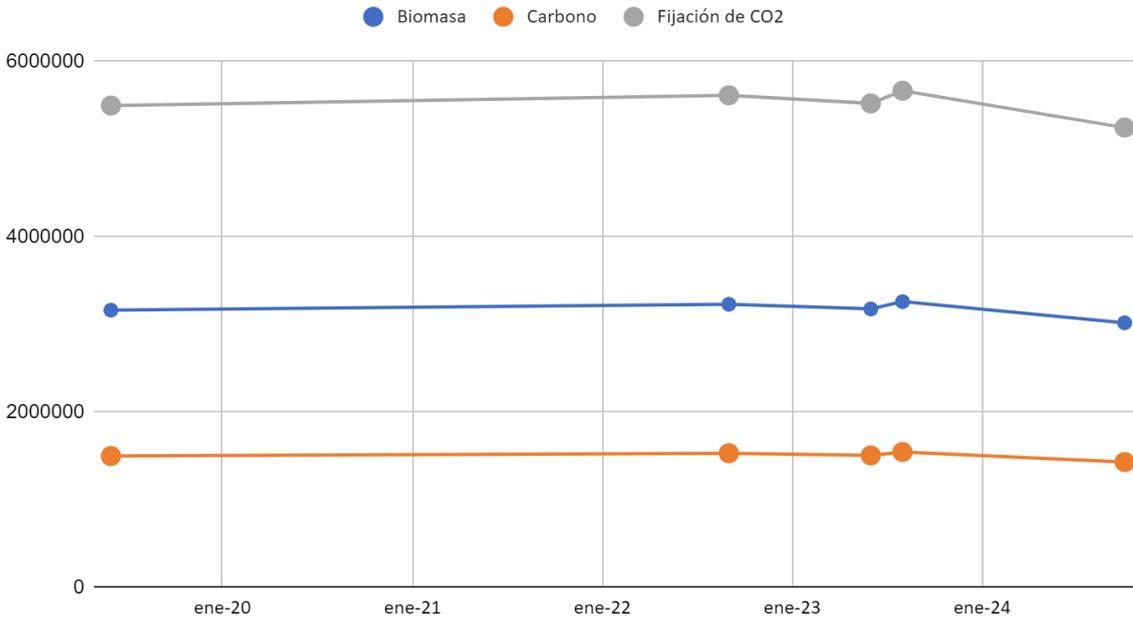
4.7 Predio 7

Ubicación: San Martin



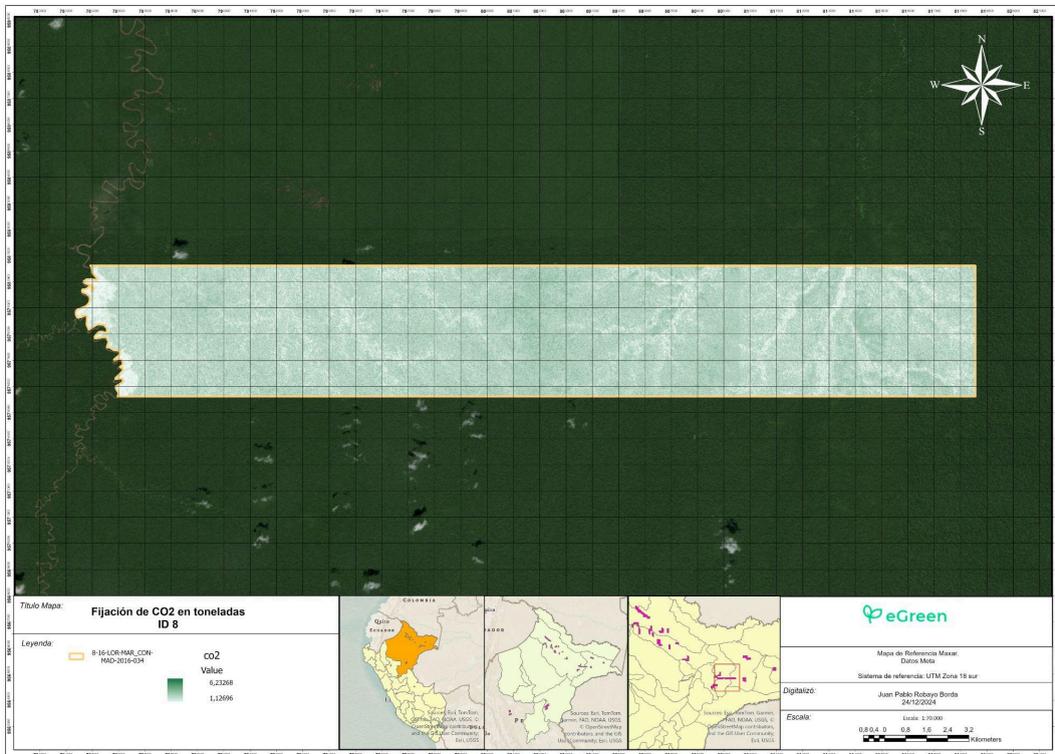
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
oct-24	14928	3018137	202	1429692	96	5246968	351
ago-23	14927	3260025	218	1544274	103	5667486	380
jun-23	14923	3177080	213	1504983	101	5523286	370
sept-22	14928	3230165	216	1530129	103	5615574	376
jun-19	14928	3162837	212	1498236	100	5498525	368

Evolución de las toneladas en el tiempo



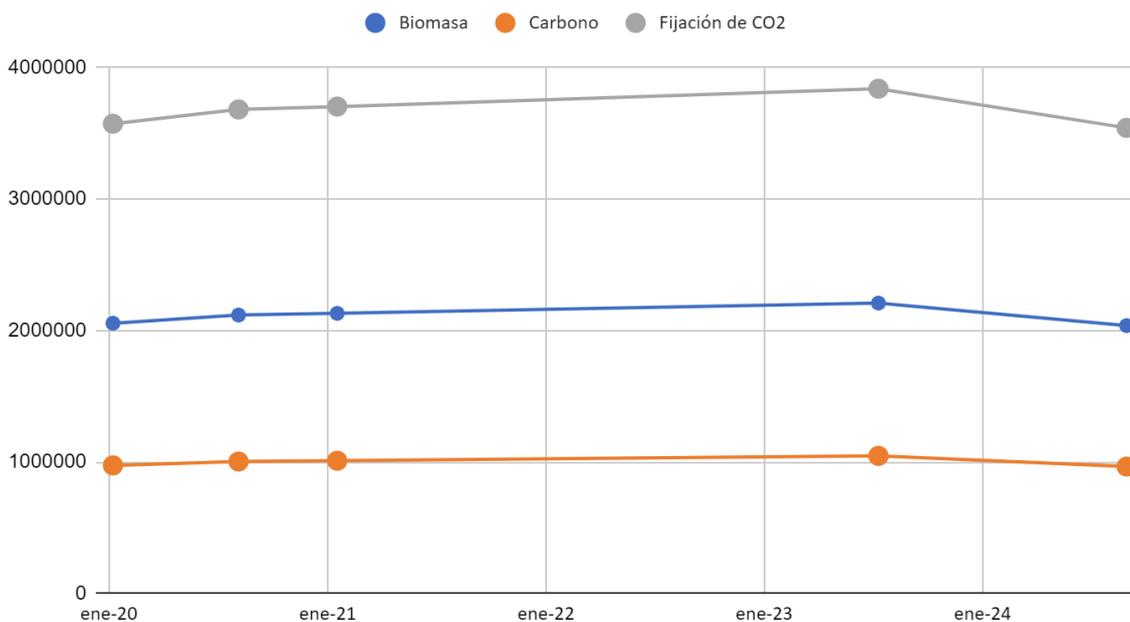
4.8 Predio 8

Ubicación: Loreto



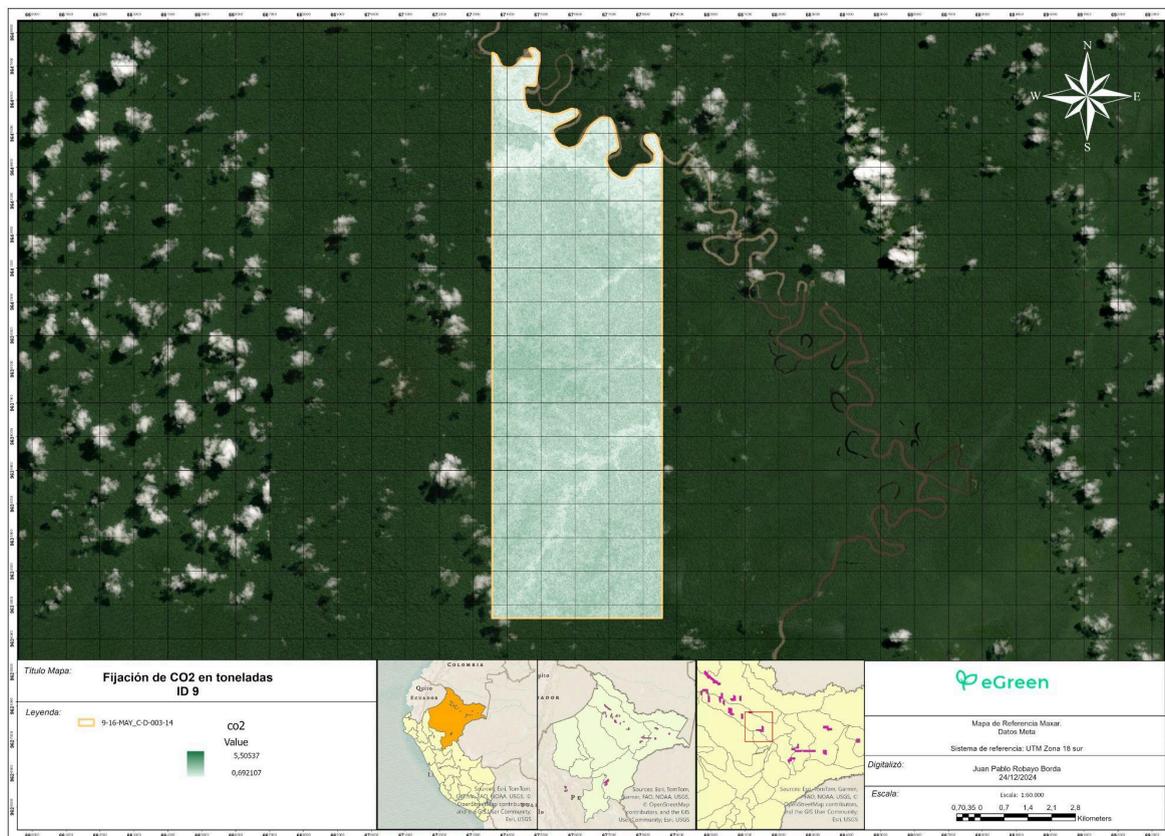
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
ago-24	16526	2037671	123	965245	58	3542449	214
jul-23	16526	2208952	134	1046381	63	3840217	232
ene-21	16526	2130778	129	1009349	61	3704313	224
ago-20	16526	2118132	128	1003359	61	3682328	223
ene-20	16526	2055748	124	973808	59	3573874	216

Evolución de las toneladas en el tiempo



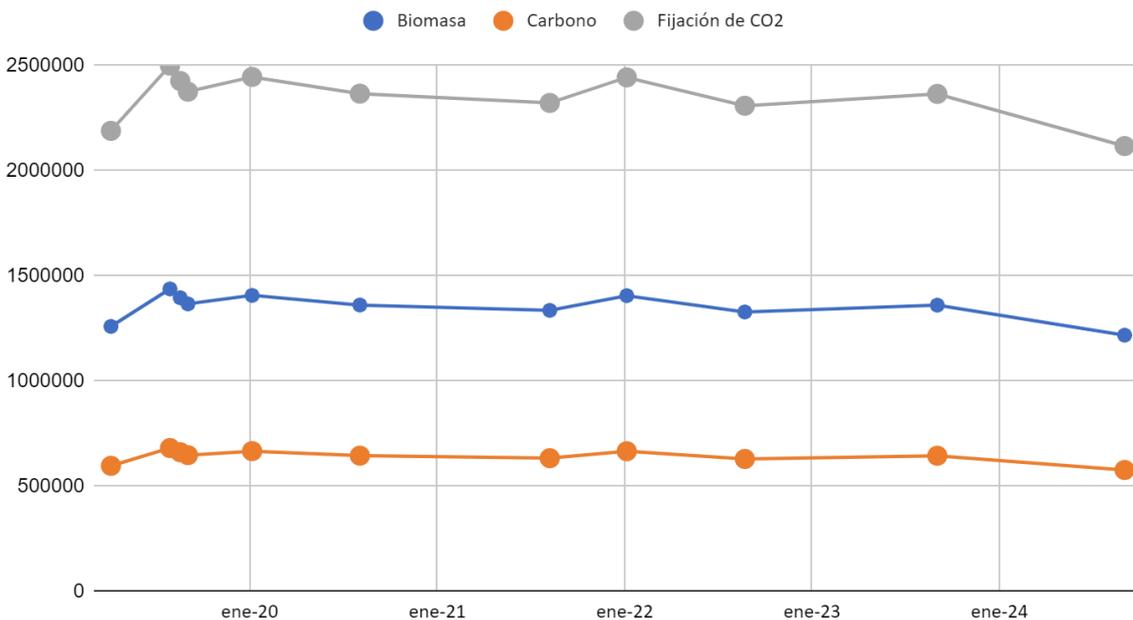
4.9 Predio 9

Ubicación: Loreto



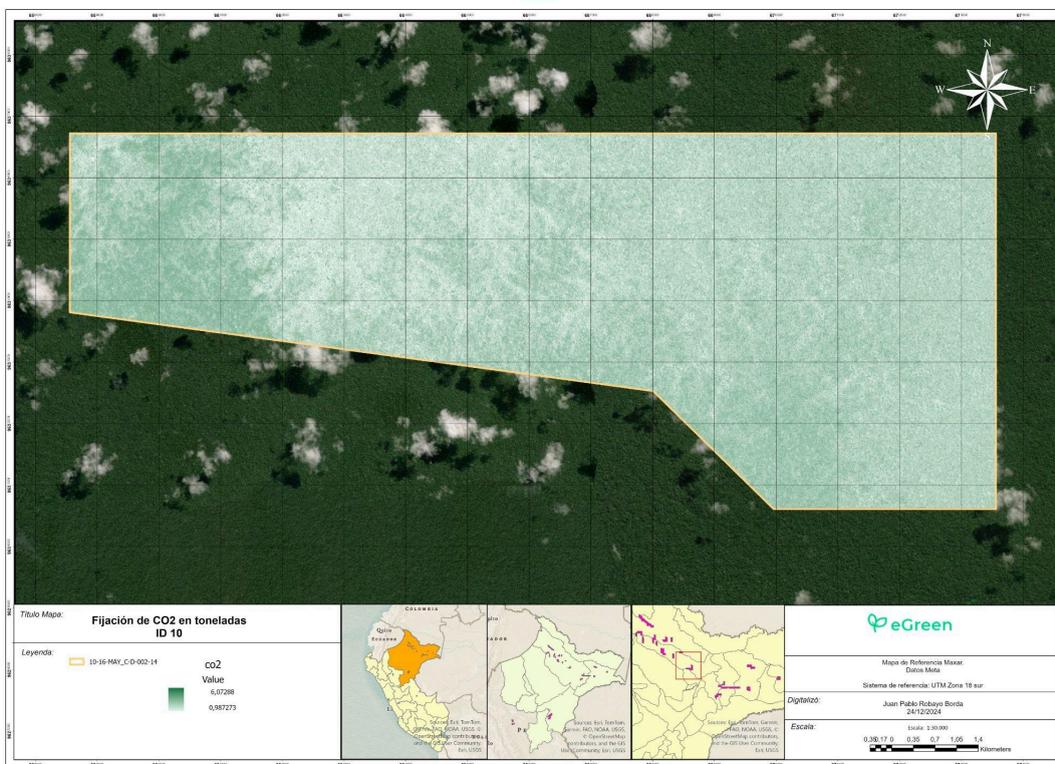
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
sept-24	7322	1217929	166	576933	79	2117343	289
sept-23	7322	1360649	186	644540	88	2365460	323
ago-22	7322	1328222	181	629179	86	2309086	315
ene-22	7322	1405765	192	665911	91	2443894	334
ago-21	7322	1335932	182	632831	86	2322489	317
ago-20	7322	1361262	186	644830	88	2366526	323
ene-20	7322	1407014	192	666503	91	2446065	334
sept-19	7322	1366756	187	647432	88	2376077	325
ago-19	7322	1396036	191	661302	90	2426979	331
jul-19	7322	1437929	196	681147	93	2499810	341
abr-19	7322	1259577	172	596662	81	2189748	299

Evolución de las toneladas en el tiempo



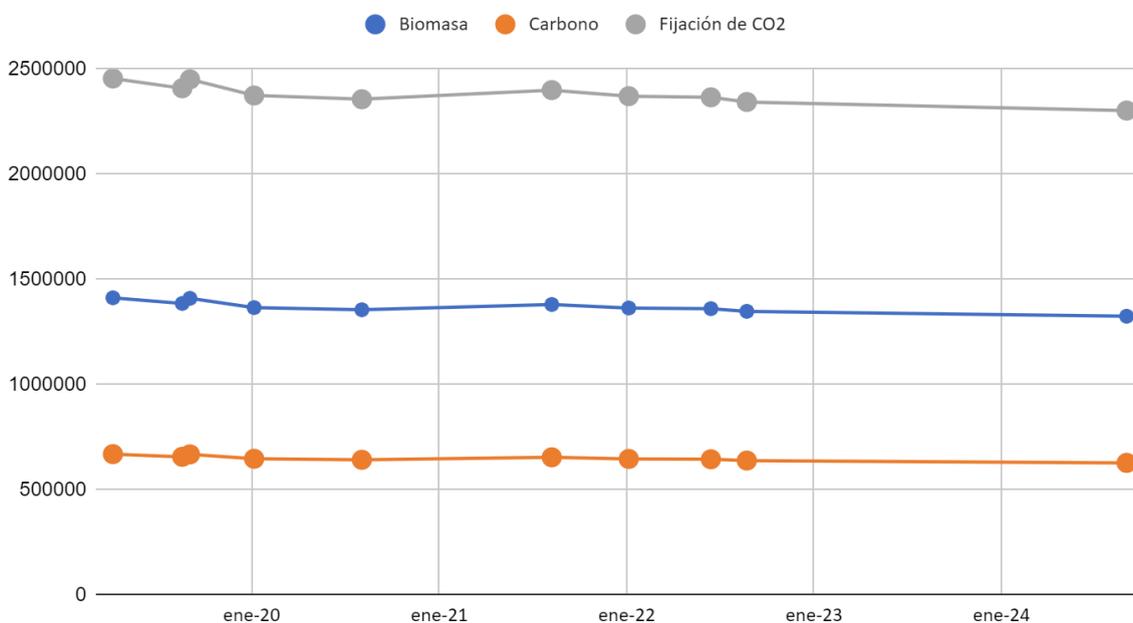
4.10 Predio 10

Ubicación: Loreto



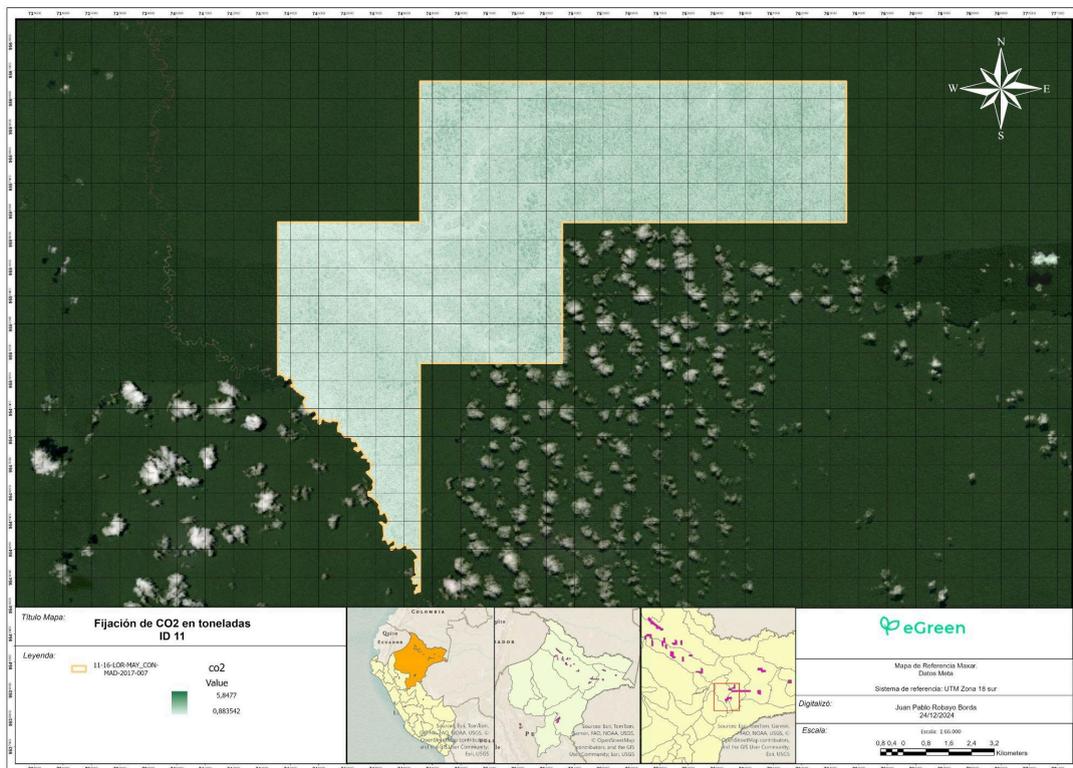
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
sept-24	6512	1324797	203	627556	96	2303132	354
ago-22	6512	1348219	207	638651	98	2343851	360
jun-22	6512	1361020	209	644715	99	2366105	363
ene-22	6512	1364182	209	646213	99	2371601	364
ago-21	6512	1380799	212	654084	100	2400490	369
ago-20	6512	1355766	208	642226	99	2356970	362
ene-20	6512	1366015	210	647081	99	2374788	365
sept-19	6512	1410125	217	667976	103	2451474	376
ago-19	6512	1385845	213	656475	101	2409262	370
abr-19	6512	1412624	217	669160	103	2455818	377

Evolución de las toneladas en el tiempo



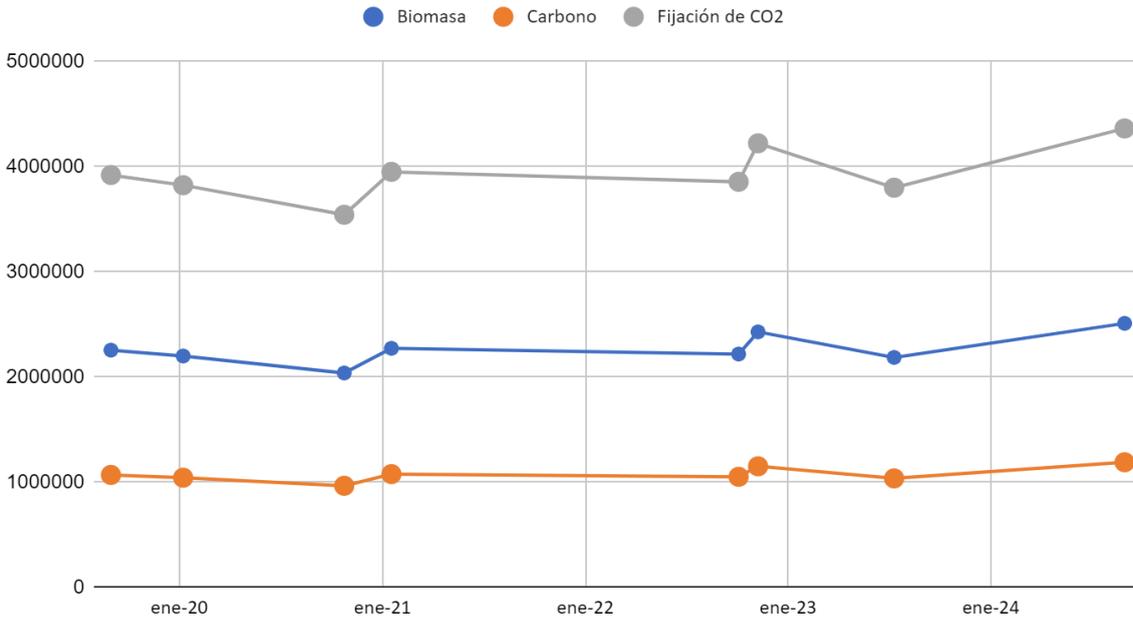
4.11 Predio 11

Ubicación: Loreto



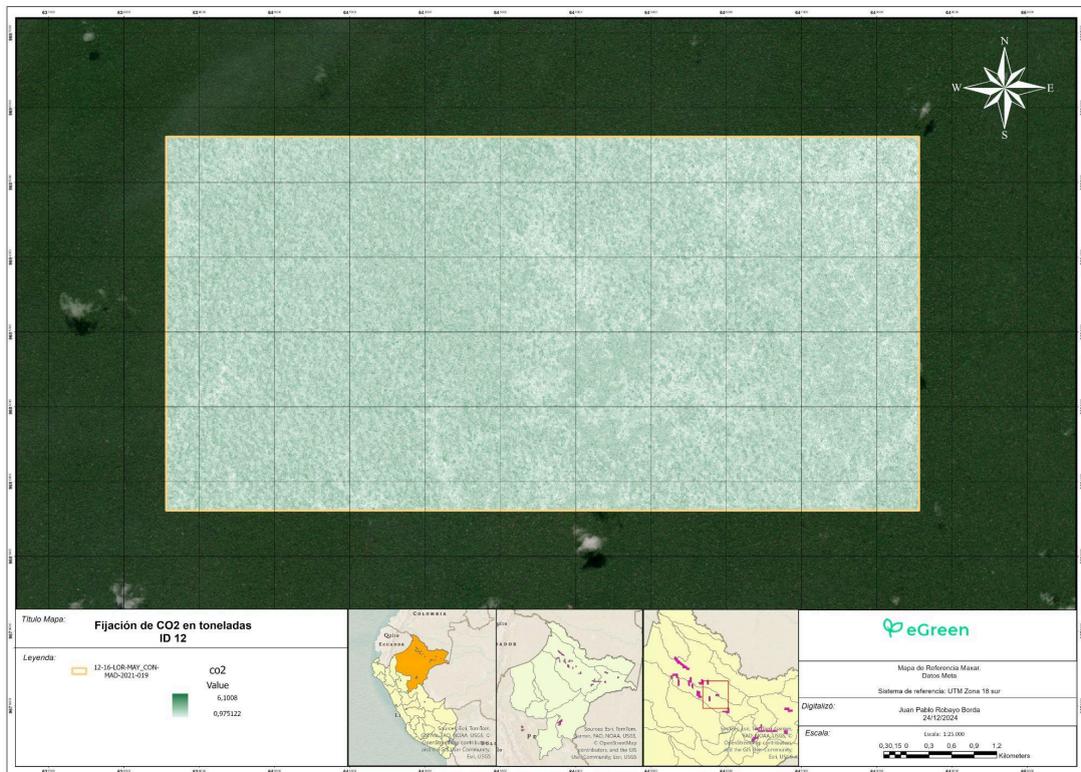
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
ago-24	14088	2510379	178	1189166	84	4364241	310
jul-23	14088	2186156	155	1035582	74	3800586	270
nov-22	14088	2429132	172	1150680	82	4222996	300
oct-22	14088	2218268	157	1050794	75	3856413	274
ene-21	14088	2272704	161	1076580	76	3951047	280
oct-20	14088	2038155	145	965474	69	3543289	252
ene-20	14088	2199791	156	1042041	74	3824290	271
ago-19	14088	2255716	160	1068533	76	3921515	278

Evolución de las toneladas en el tiempo



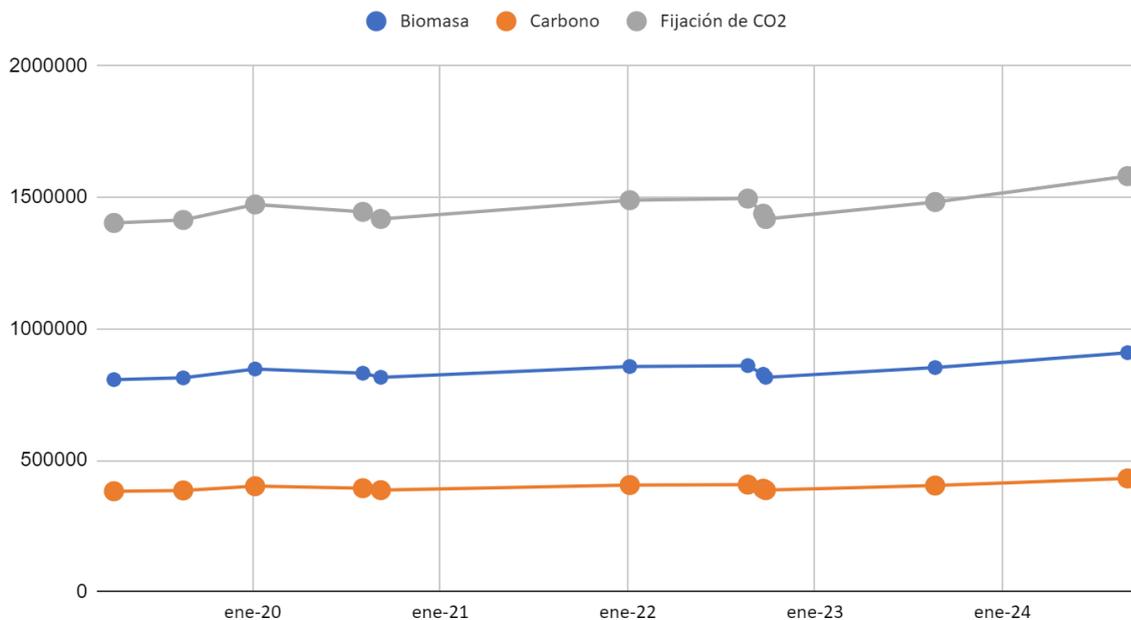
4.12 Predio 12

Ubicación: Loreto



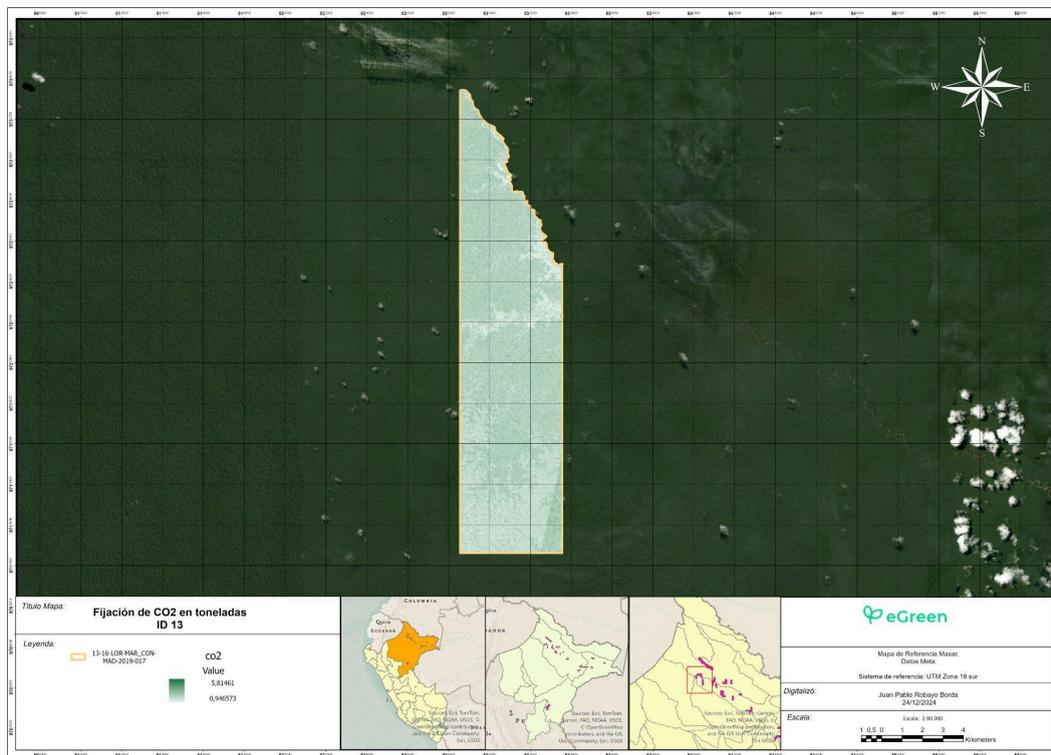
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
sept-24	4985	909538	182	430848	86	1581212	317
ago-23	4985	852788	171	403966	81	1482554	297
sept-22	4985	815700	164	386397	78	1418077	284
sept-22	4985	827297	166	391891	79	1438238	289
ago-22	4985	860341	173	407544	82	1495685	300
ene-22	4985	856836	172	405883	81	1489592	299
sept-20	4985	815834	164	386461	78	1418310	285
ago-20	4985	831319	167	393796	79	1445230	290
ene-20	4985	847511	170	401466	81	1473379	296
ago-19	4985	813530	163	385369	77	1414304	284
abr-19	4985	807037	162	382294	77	1403018	281

Evolución de las toneladas en el tiempo



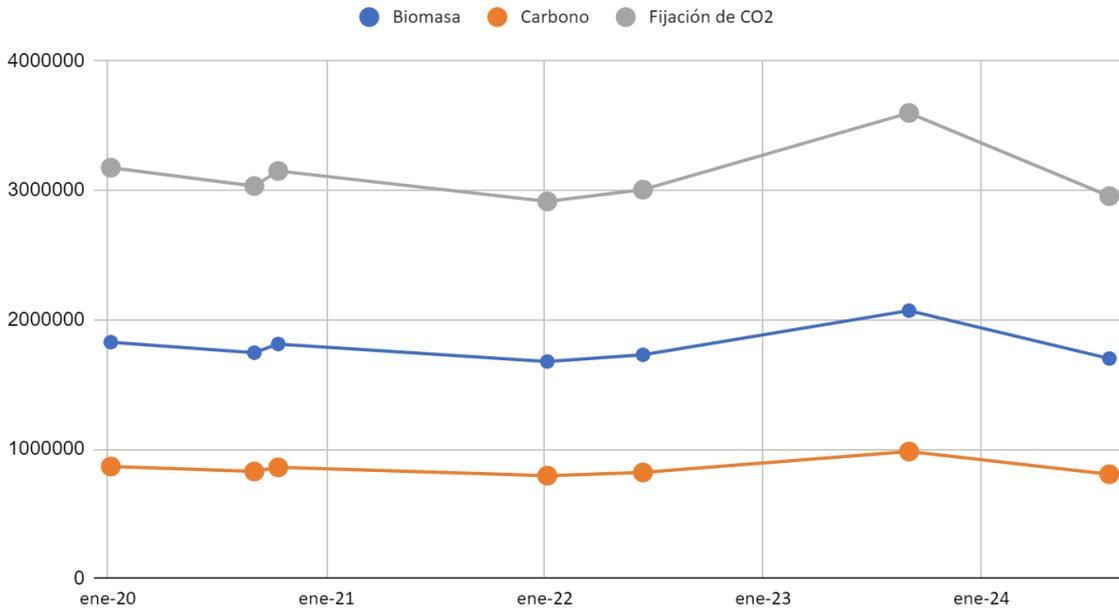
4.13 Predio 13

Ubicación: Loreto



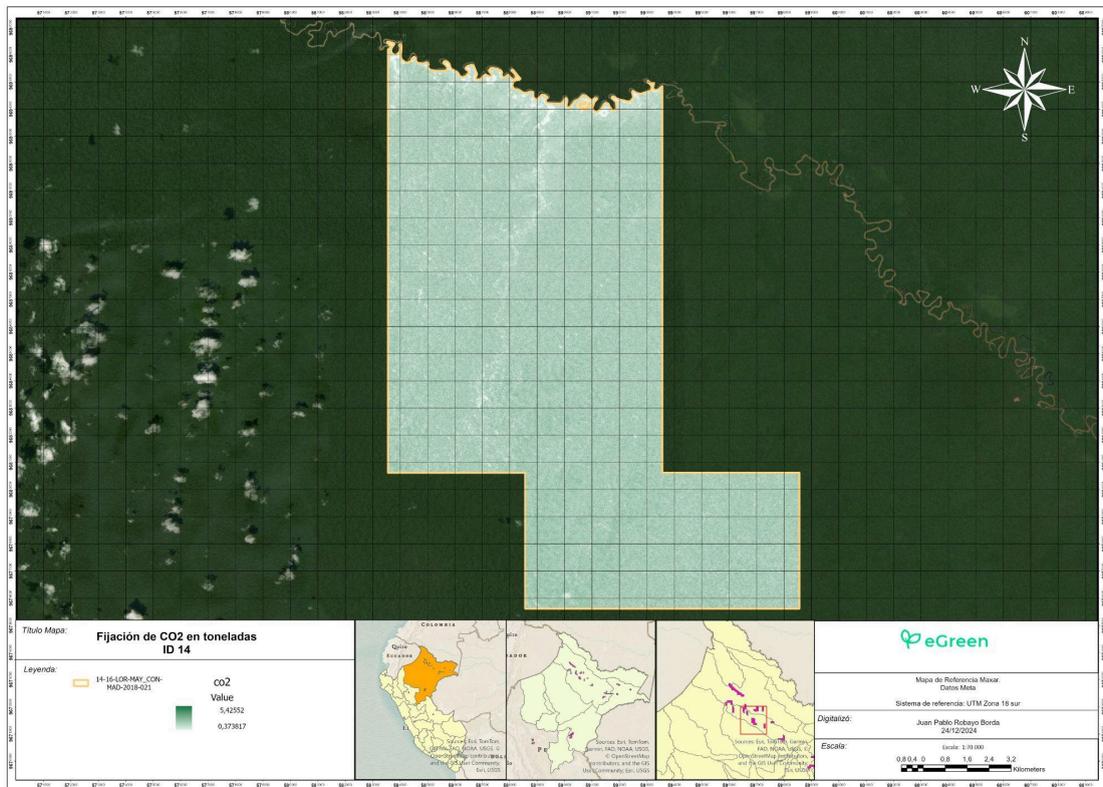
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
ago-24	9336	1700333	182	805448	86	2955993	317
sept-23	9336	2070796	222	980936	105	3600035	386
jun-22	9336	1729277	185	819159	88	3006313	322
ene-22	9336	1676982	180	794386	85	2915398	312
oct-20	9336	1812485	194	858574	92	3150967	337
sept-20	9336	1745465	187	826827	89	3034455	325
ene-20	9336	1826930	196	865417	93	3176079	340

Evolución de las toneladas en el tiempo



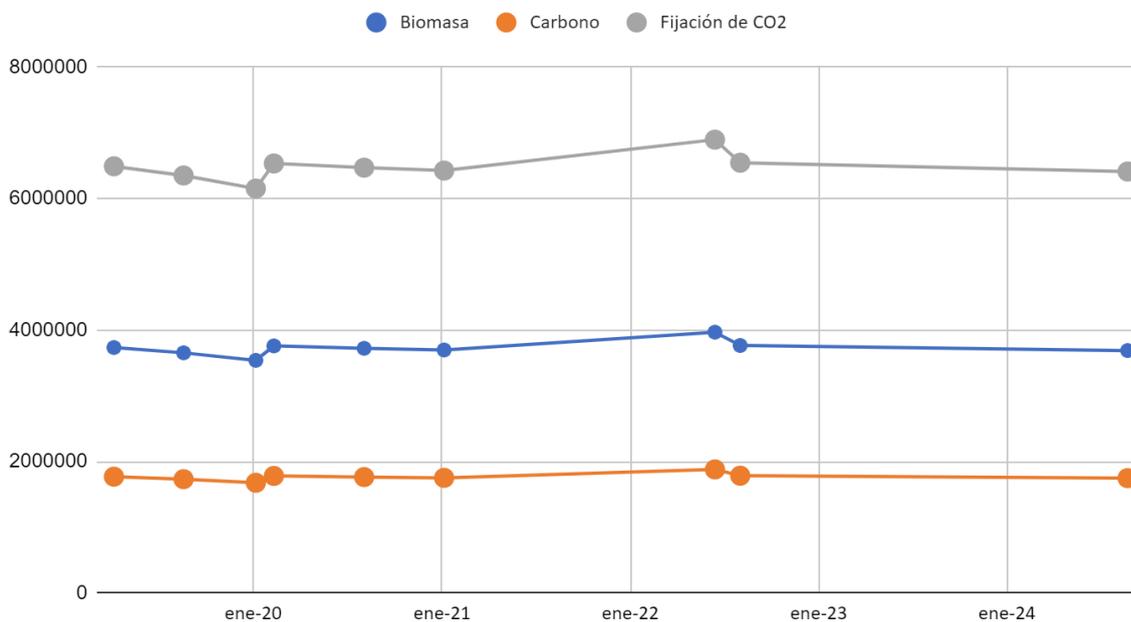
4.14 Predio 14

Ubicación: Loreto



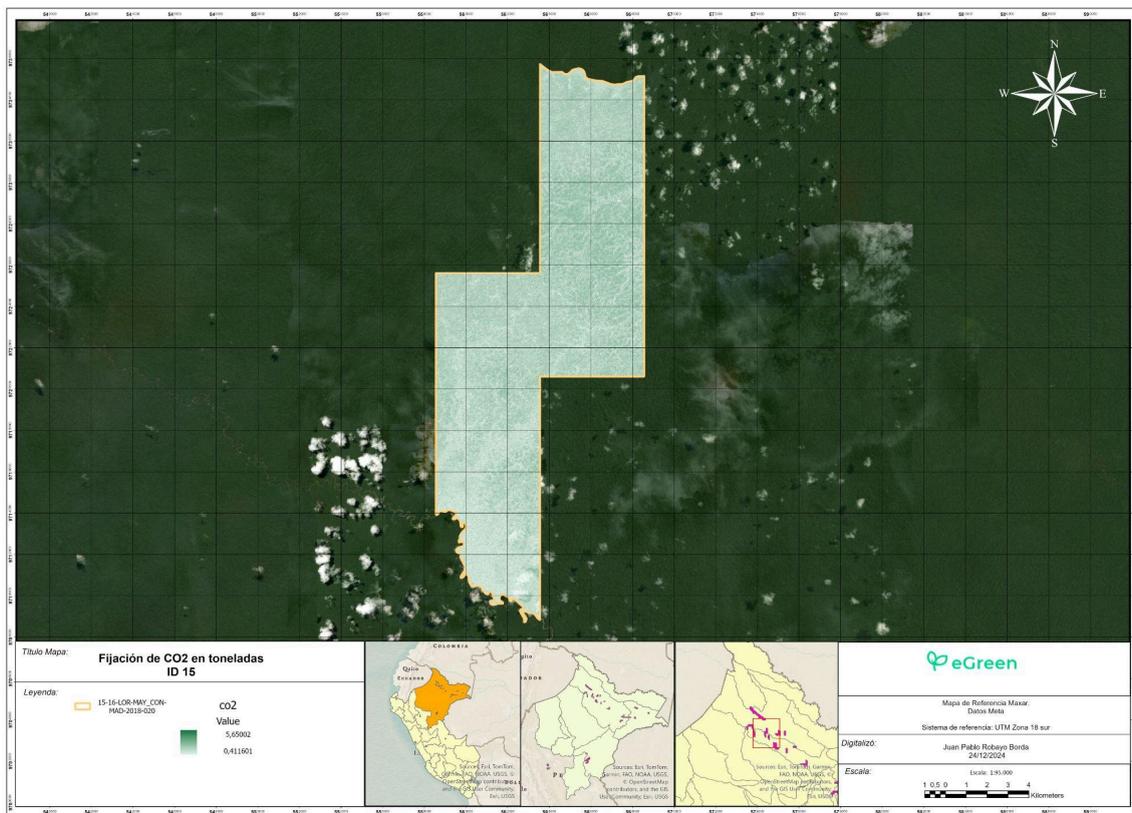
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
ago-24	19204	3688906	192	1747435	91	6413085	334
ago-22	19204	3766003	196	1783956	93	6547117	341
jun-22	19204	3968227	207	1879749	98	6898679	359
ene-21	19204	3697351	193	1751435	91	6427766	335
ago-20	19204	3722796	194	1763489	92	6472004	337
feb-20	19204	3759565	196	1780906	93	6535925	340
ene-20	19204	3539868	184	1676835	87	6153986	320
ago-19	19204	3654402	190	1731090	90	6353100	331
abr-19	19203	3735034	195	1769285	92	6493278	338

Evolución de las toneladas en el tiempo



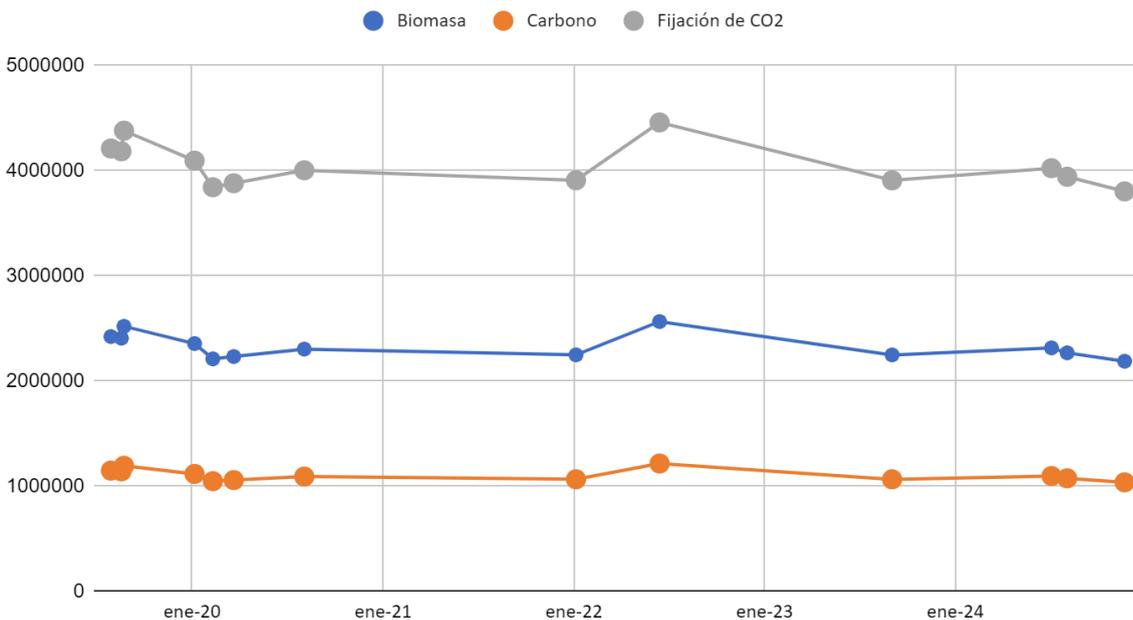
4.15 Predio 15

Ubicación: Loreto



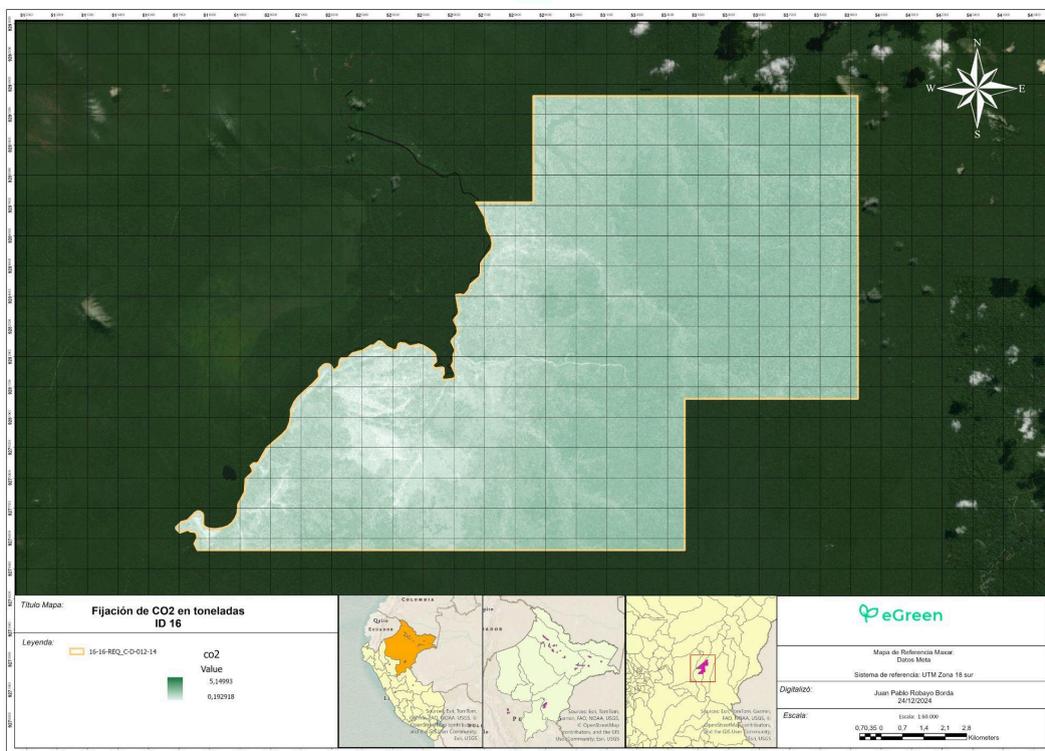
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
nov-24	14520	2187831	151	1036375	71	3803498	262
ago-24	14520	2267963	156	1074334	74	3942806	272
jul-24	14520	2314833	159	1096536	76	4024288	277
sept-23	14520	2248222	155	1064983	73	3908487	269
jun-22	14520	2565154	177	1215114	84	4459467	307
ene-22	14520	2248638	155	1065180	73	3909210	269
ago-20	14520	2303448	159	1091143	75	4004495	276
mar-20	14520	2232518	154	1057544	73	3881186	267
feb-20	14520	2210590	152	1047157	72	3843065	265
ene-20	14520	2356116	162	1116092	77	4096059	282
ago-19	14520	2520061	174	1193753	82	4381073	302
ago-19	14520	2407360	166	1140367	79	4185145	288
jul-19	14520	2422656	167	1147612	79	4211736	290

Evolución de las toneladas en el tiempo



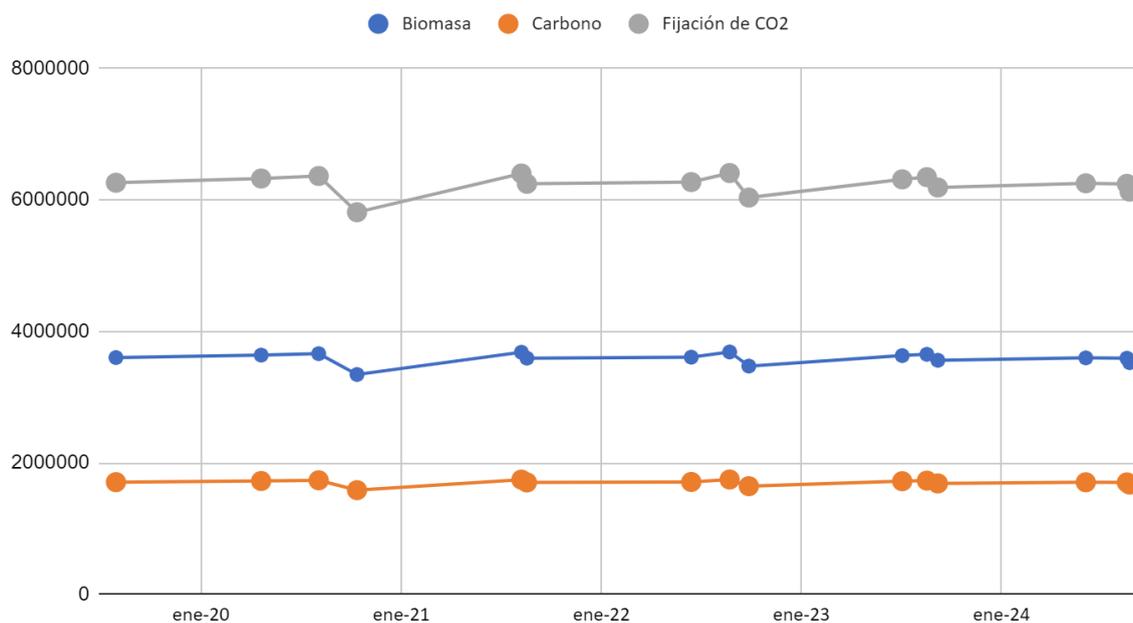
4.16 Predio 16

Ubicación: Loreto



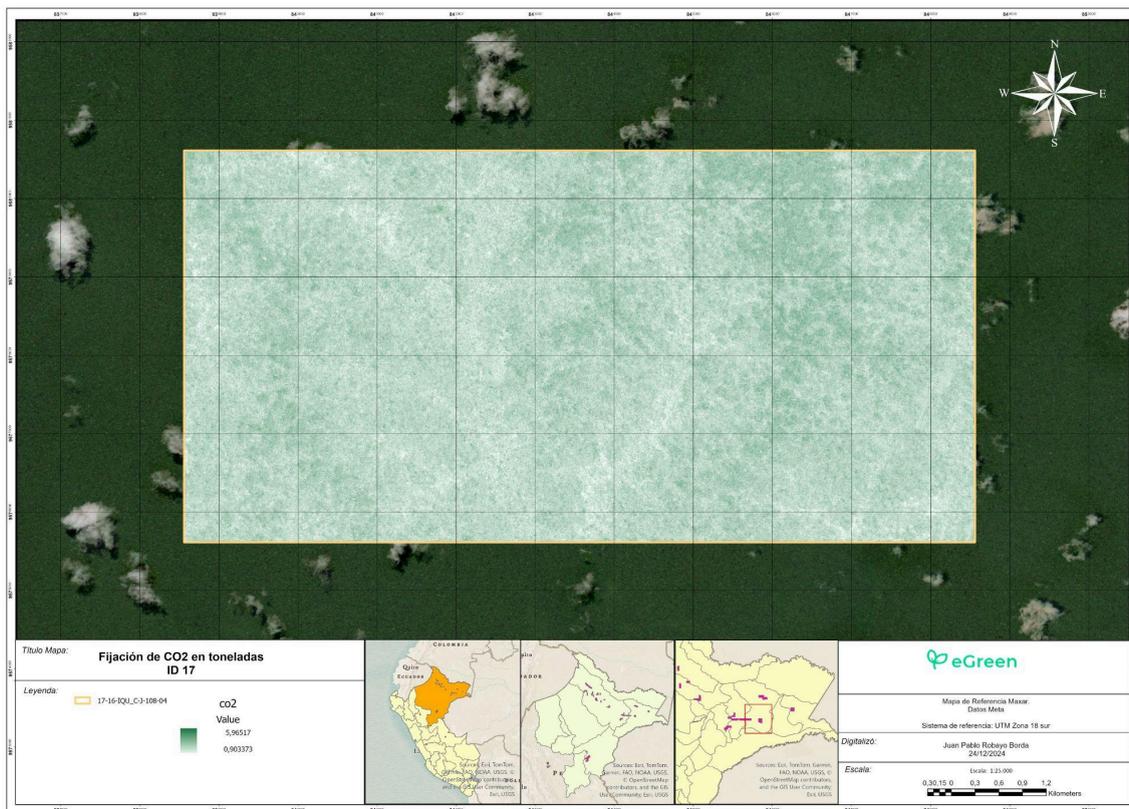
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
ago-24	19718	3525004	179	1669794	85	6128145	311
ago-24	19718	3592410	182	1701725	86	6245329	317
jun-24	19718	3597682	182	1704222	86	6254495	317
sept-23	19718	3560967	181	1686830	86	6190666	314
ago-23	19718	3651463	185	1729698	88	6347991	322
jul-23	19718	3632205	184	1720576	87	6314512	320
sept-22	19718	3472717	176	1645026	83	6037245	306
ago-22	19718	3687498	187	1746768	89	6410638	325
jun-22	19718	3608531	183	1709361	87	6273355	318
ago-21	19718	3593237	182	1702116	86	6246766	317
ago-21	19718	3683188	187	1744726	88	6403145	325
oct-20	19718	3344539	170	1584308	80	5814410	295
ago-20	19718	3661668	186	1734532	88	6365734	323
abr-20	19718	3639465	185	1724015	87	6327133	321
jul-19	19718	3602504	183	1706506	87	6262877	318

Evolución de las toneladas en el tiempo



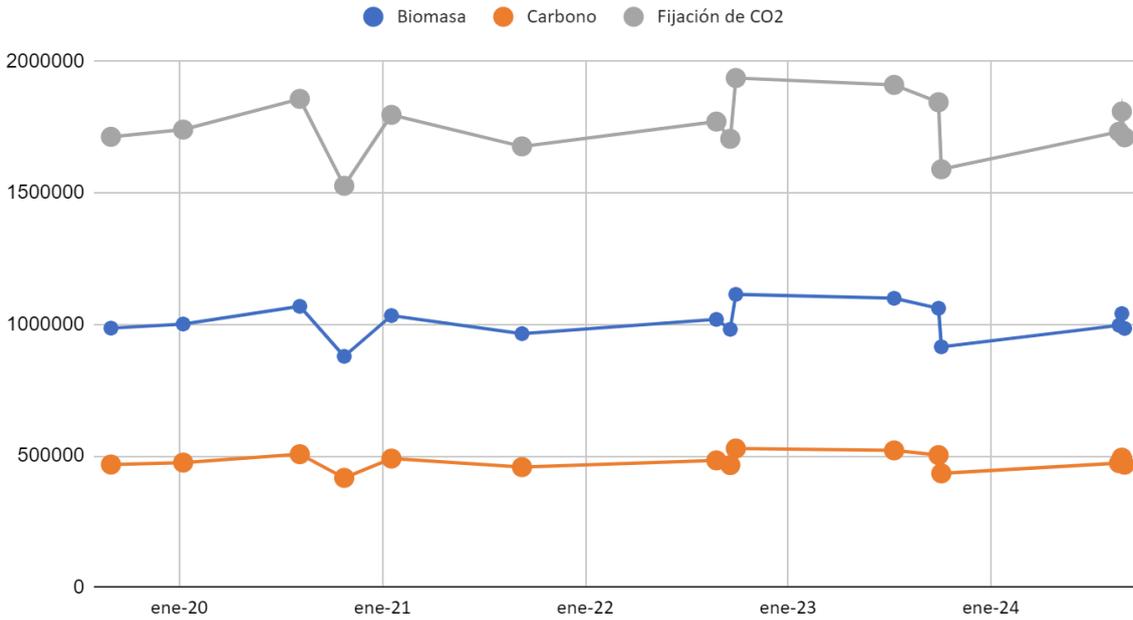
4.17 Predio 17

Ubicación: Loreto



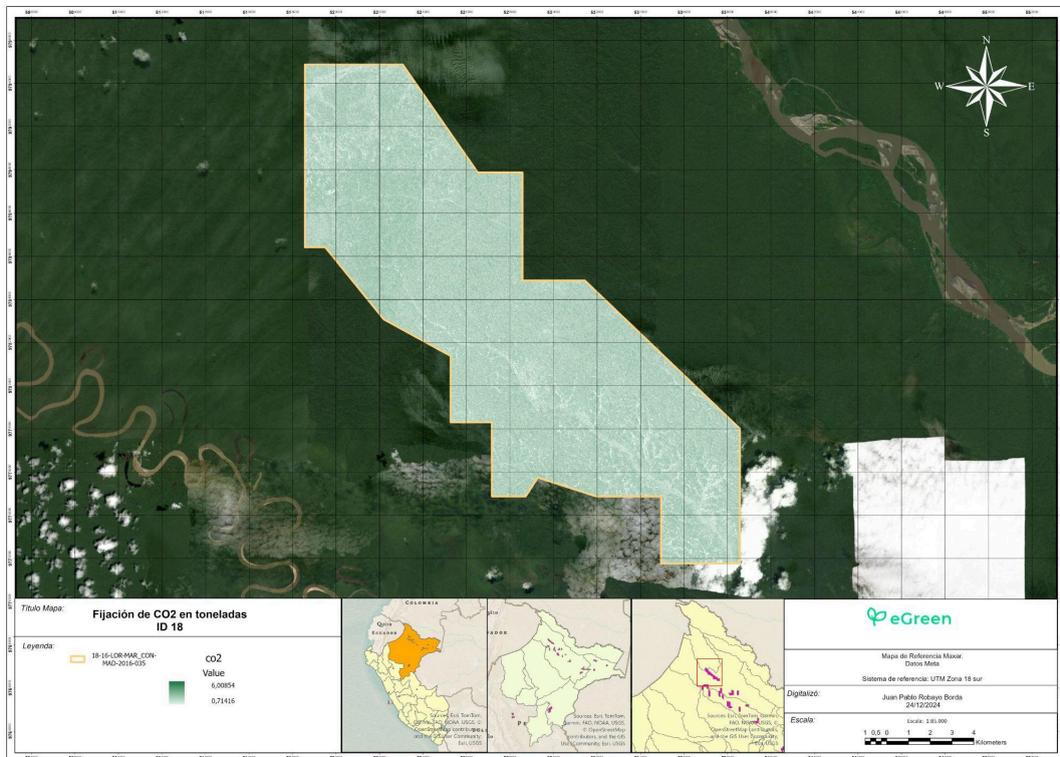
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
ago-24	4965	984793	198	466496	94	1712041	345
ago-24	4965	1041227	210	493229	99	1810151	365
ago-24	4965	996897	201	472230	95	1733084	349
oct-23	4965	914826	184	433353	87	1590406	320
sept-23	4965	1061540	214	502852	101	1845465	372
jul-23	4965	1099439	221	520804	105	1911351	385
sept-22	4965	1114447	224	527913	106	1937442	390
sept-22	4965	981457	198	464916	94	1706242	344
ago-22	4965	1019180	205	482786	97	1771823	357
sept-21	4965	964894	194	457070	92	1677449	338
ene-21	4965	1033873	208	489746	99	1797367	362
oct-20	4965	878598	177	416192	84	1527424	308
ago-20	4965	1068856	215	506317	102	1858184	374
ene-20	4965	1001582	202	474449	96	1741229	351
ago-19	4965	985848	199	466996	94	1713877	345

Evolución de las toneladas en el tiempo



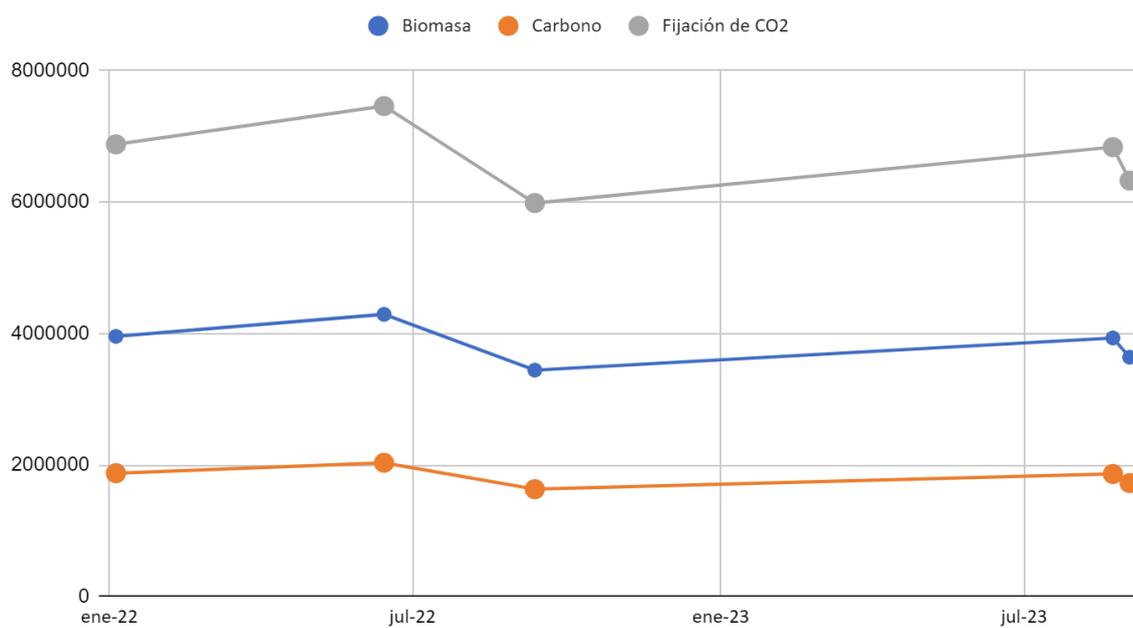
4.18 Predio 18

Ubicación: Loreto



Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
sept-23	19915	3639837	183	1724191	87	6327780	318
ago-23	19915	3932896	197	1863013	94	6837257	343
sept-22	19915	3443415	173	1631146	82	5986304	301
jun-22	19915	4292372	216	2033297	102	7462199	375
ene-22	19915	3956834	199	1874352	94	6878873	345

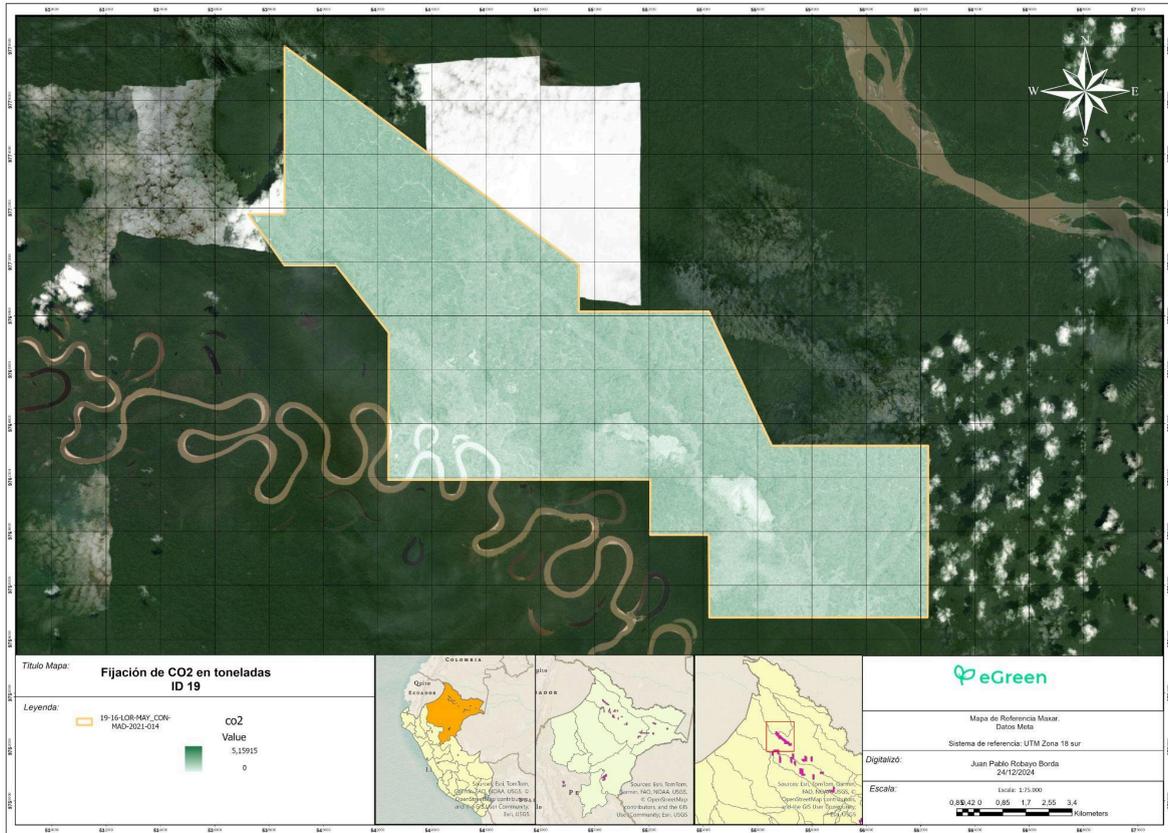
Evolución de las toneladas en el tiempo



BIOMASA CARBONO FIJACIÓN DE CO₂

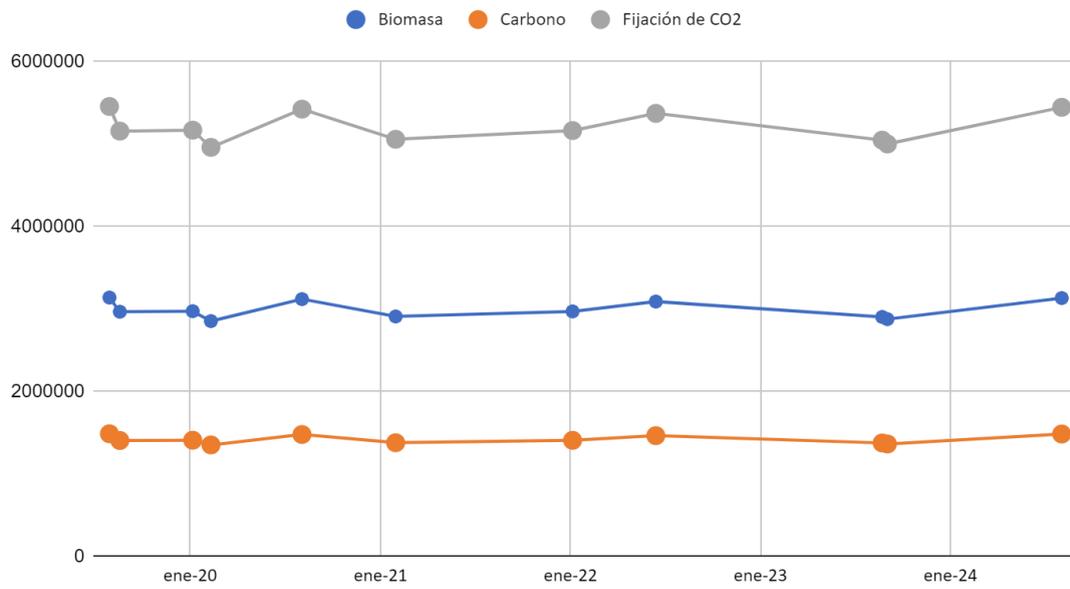
4.19 Predio 19

Ubicación: Loreto



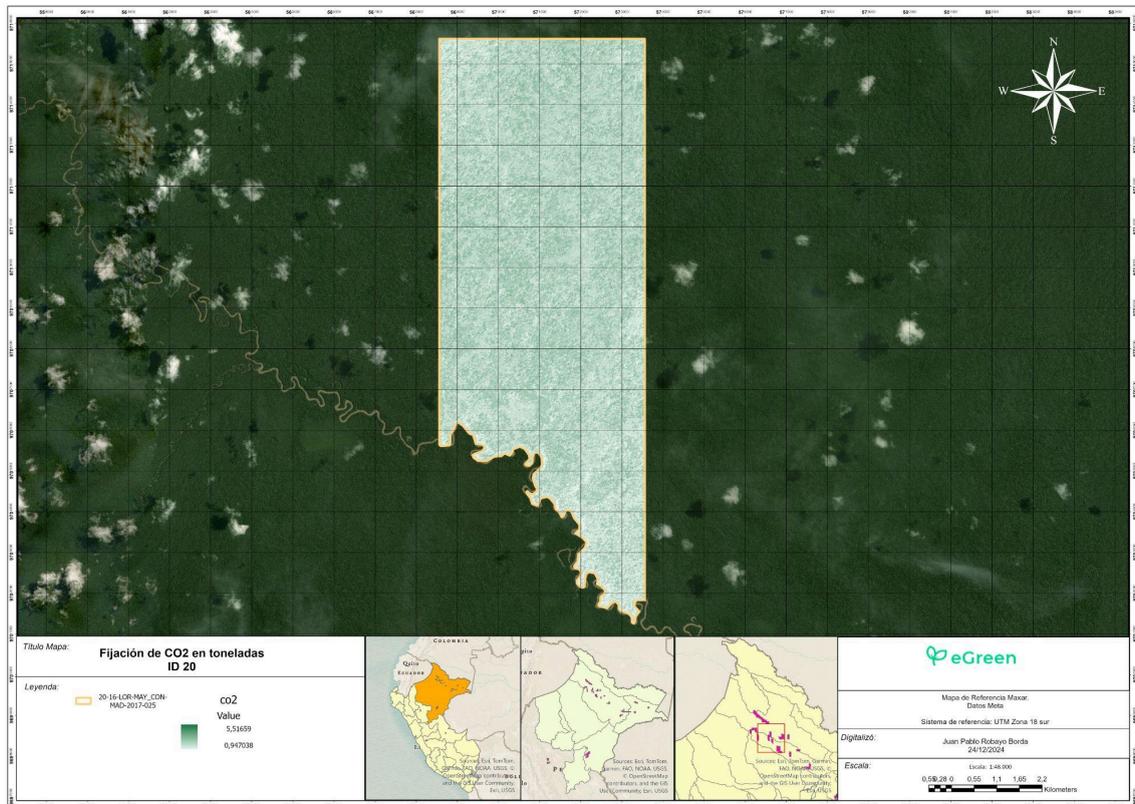
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
ago-24	19414	3133378	161	1484281	76	5447312	281
sept-23	19414	2877443	148	1363045	70	5002375	258
ago-23	19414	2904290	150	1375762	71	5049047	260
jun-22	19414	3090876	159	1464148	75	5373423	277
ene-22	19414	2971188	153	1407452	72	5165348	266
ene-21	19414	2910133	150	1378530	71	5059205	261
ago-20	19414	3120459	161	1478161	76	5424852	279
feb-20	19414	2853881	147	1351884	70	4961413	256
ene-20	19414	2974003	153	1408785	73	5170242	266
ago-19	19414	2967217	153	1405571	72	5158445	266
jul-19	19414	3138995	162	1486942	77	5457077	281

Evolución de las toneladas en el tiempo



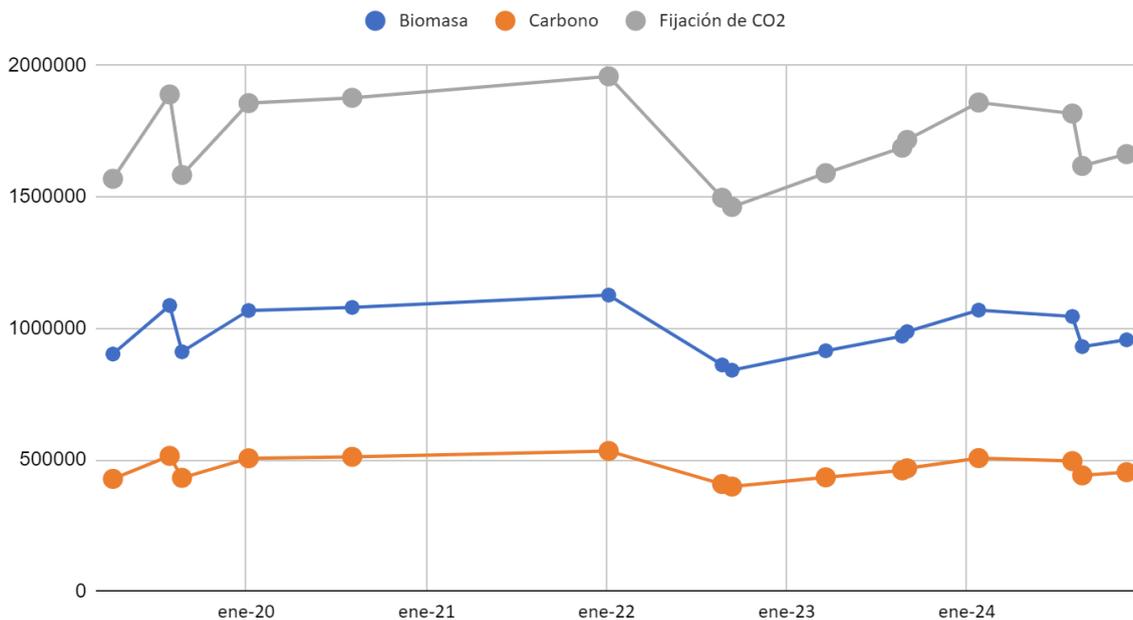
4.20 Predio 20

Ubicación: Loreto



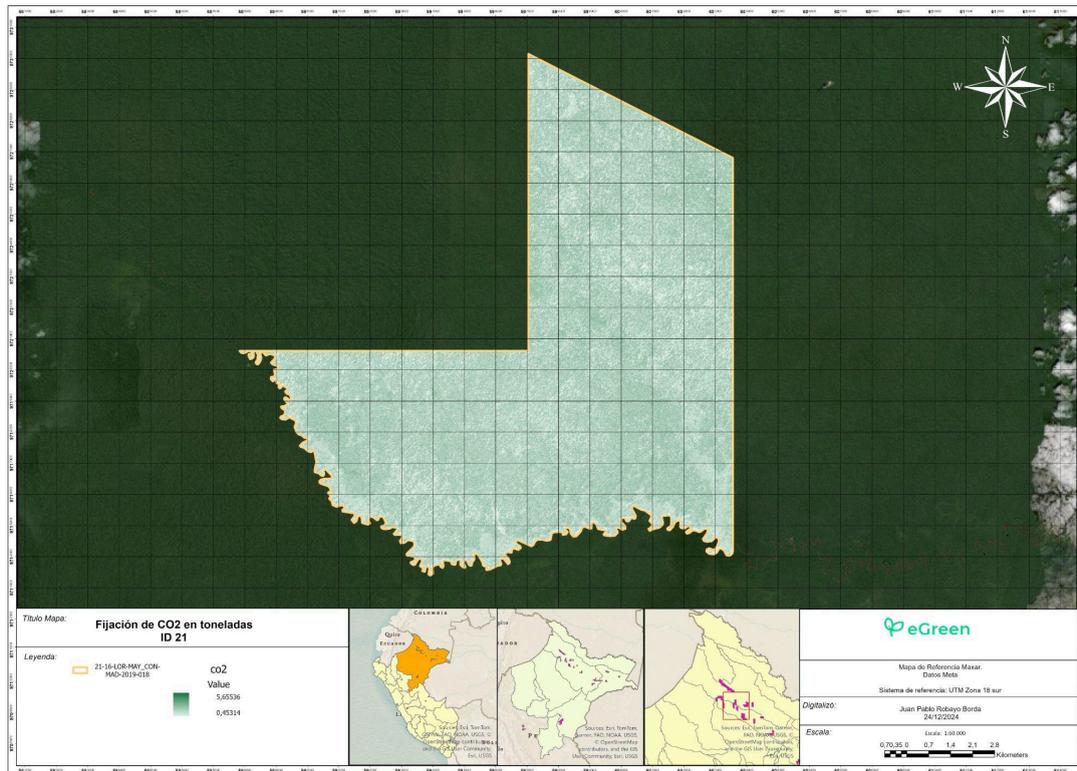
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
nov-24	5710	956688	168	453183	79	1663183	291
ago-24	5710	930884	163	440960	77	1618323	283
ago-24	5710	1045477	183	495242	87	1817540	318
ene-24	5710	1069681	187	506708	89	1859617	326
sept-23	5710	987838	173	467939	82	1717336	301
ago-23	5710	970733	170	459836	81	1687598	296
mar-23	5710	915048	160	433458	76	1590792	279
sept-22	5710	841092	147	398425	70	1462220	256
ago-22	5710	861171	151	407937	71	1497128	262
ene-22	5710	1126888	197	533807	93	1959071	343
ago-20	5710	1079919	189	511558	90	1877416	329
ene-20	5710	1068253	187	506031	89	1857136	325
ago-19	5710	911086	160	431581	76	1583904	277
jul-19	5710	1087332	190	515069	90	1890304	331
abr-19	5710	902652	158	427586	75	1569241	275

Evolución de las toneladas en el tiempo



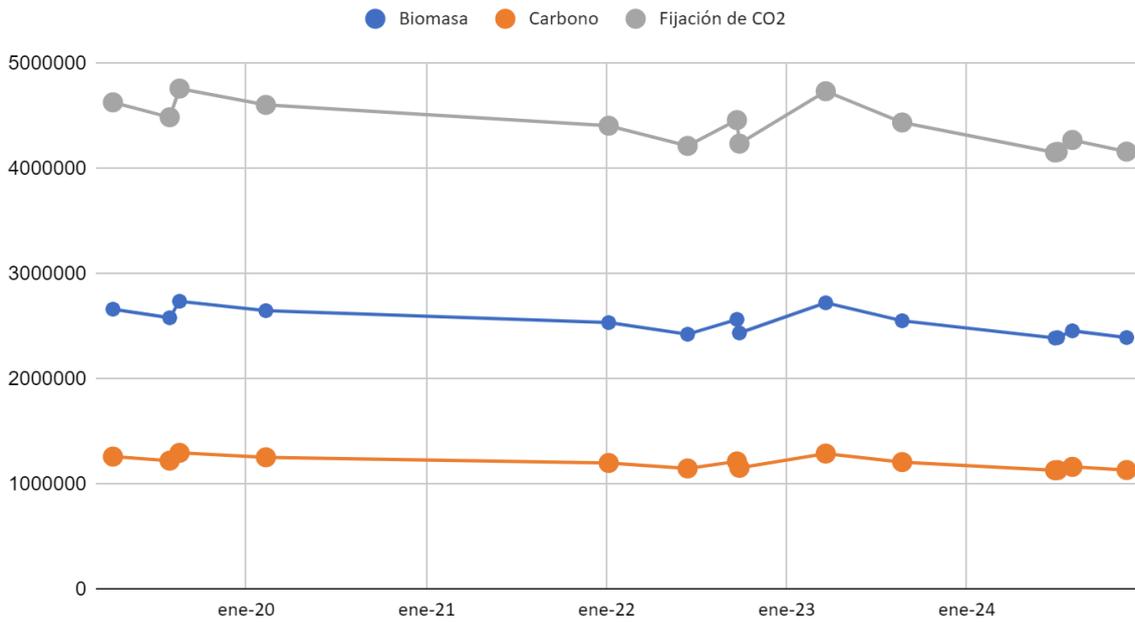
4.21 Predio 21

Ubicación: Loreto



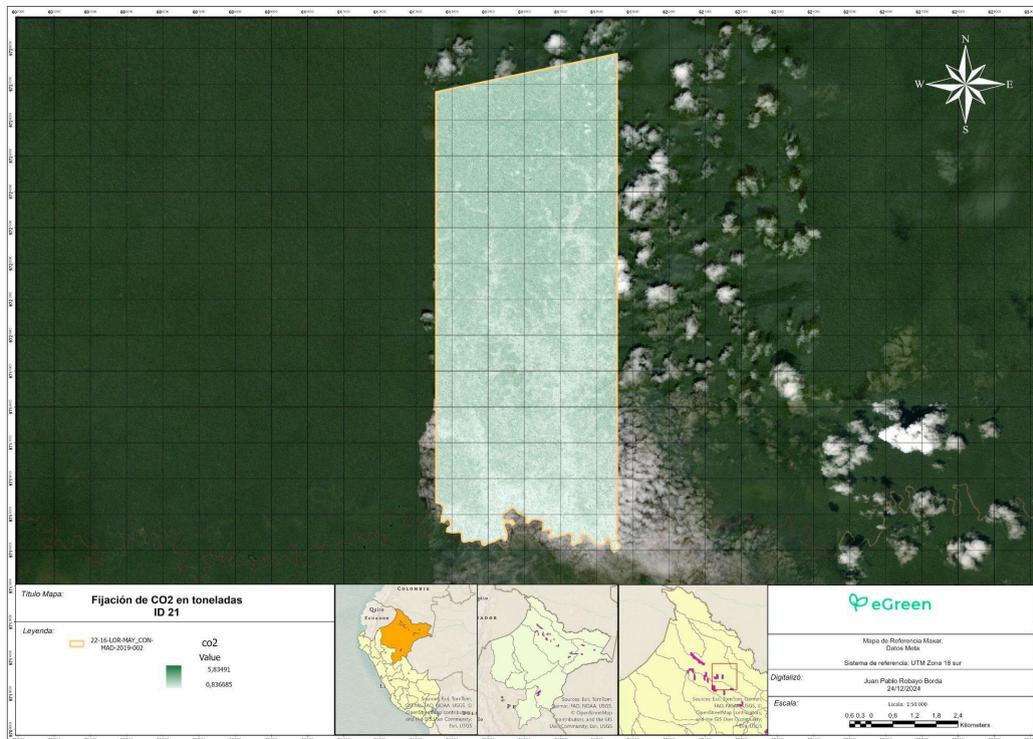
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
nov-24	13247	2394510	181	1134280	86	4162806	314
ago-24	13247	2458312	186	1164502	88	4273724	323
jul-24	13247	2393370	181	1133740	86	4160824	314
jun-24	13247	2389618	180	1131962	85	4154301	314
ago-23	13247	2553959	193	1209810	91	4440003	335
mar-23	13247	2724842	206	1290758	97	4737080	358
sept-22	13247	2438087	184	1154922	87	4238563	320
sept-22	13247	2566939	194	1215959	92	4462569	337
jun-22	13247	2425731	183	1149069	87	4217083	318
ene-22	13247	2536278	191	1201435	91	4409265	333
feb-20	13247	2650079	200	1255343	95	4607107	348
ago-19	13247	2739501	207	1297701	98	4762564	360
jul-19	13247	2582592	195	1223374	92	4489782	339
abr-19	13247	2664098	201	1261983	95	4631479	350

Evolución de las toneladas en el tiempo



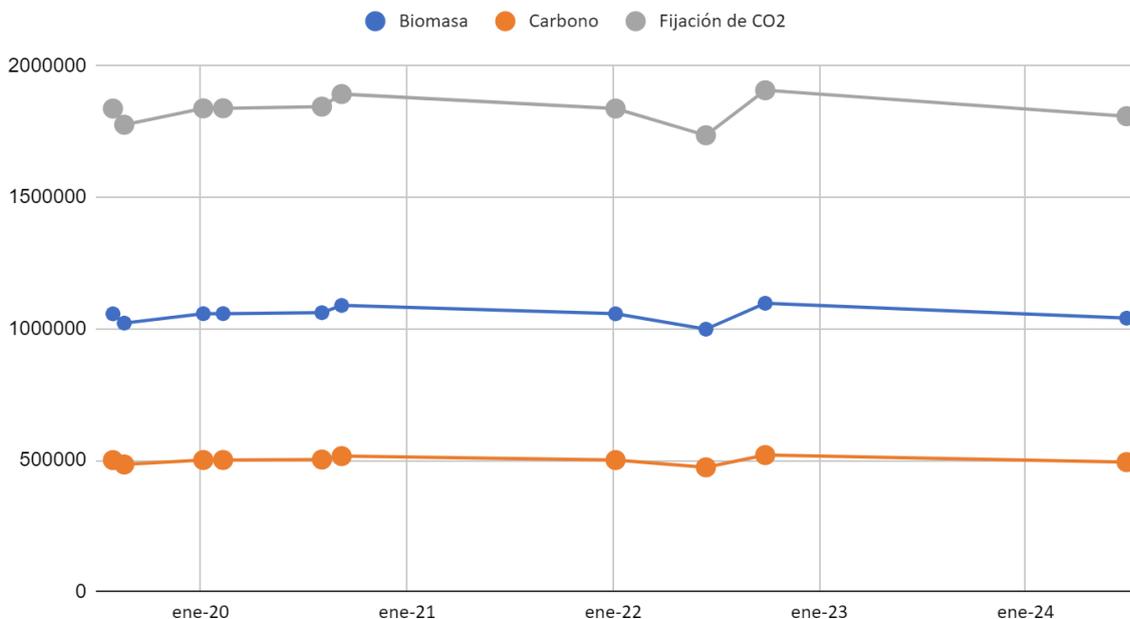
4.22 Predio 22

Ubicación: Loreto



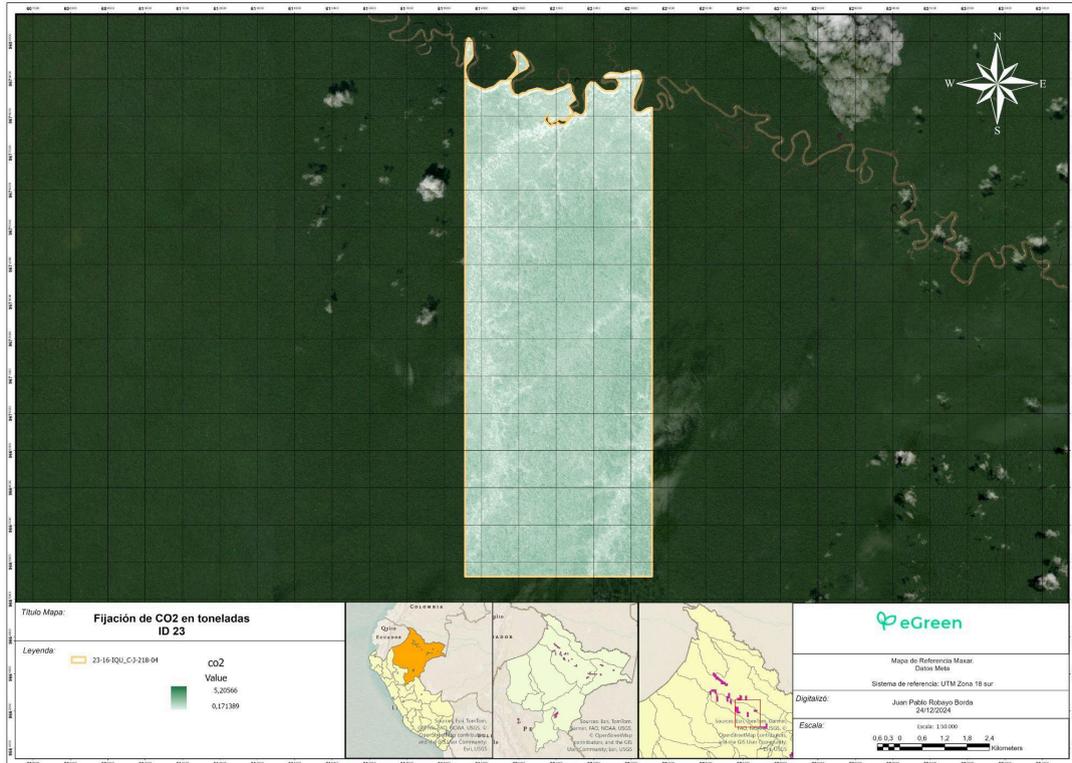
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
jun-24	6363	1040662	164	492961	77	1809169	284
sept-22	6363	1097409	172	519843	82	1907822	300
jun-22	6363	998843	157	473152	74	1736467	273
ene-22	6363	1057377	166	500880	79	1838228	289
sept-20	6363	1089142	171	515926	81	1893450	298
ago-20	6363	1061577	167	502869	79	1845529	290
feb-20	6363	1058064	166	501205	79	1839422	289
ene-20	6363	1057797	166	501078	79	1838958	289
ago-19	6363	1021929	161	484088	76	1776602	279
jul-19	6363	1057320	166	500852	79	1838128	289

Evolución de las toneladas en el tiempo



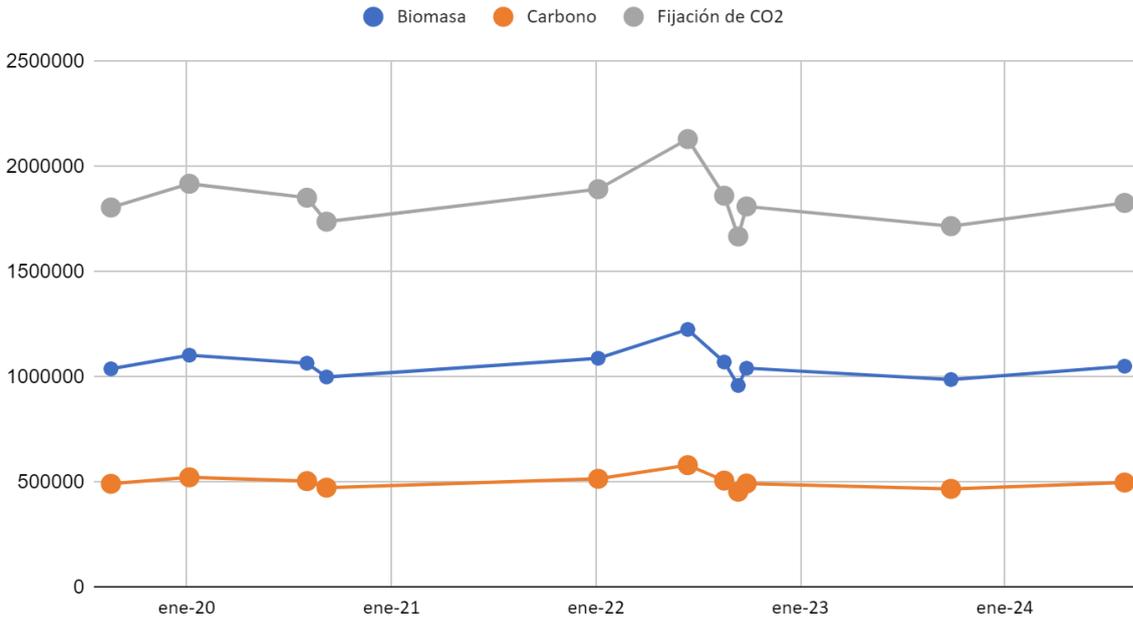
4.23 Predio 23

Ubicación: Loreto



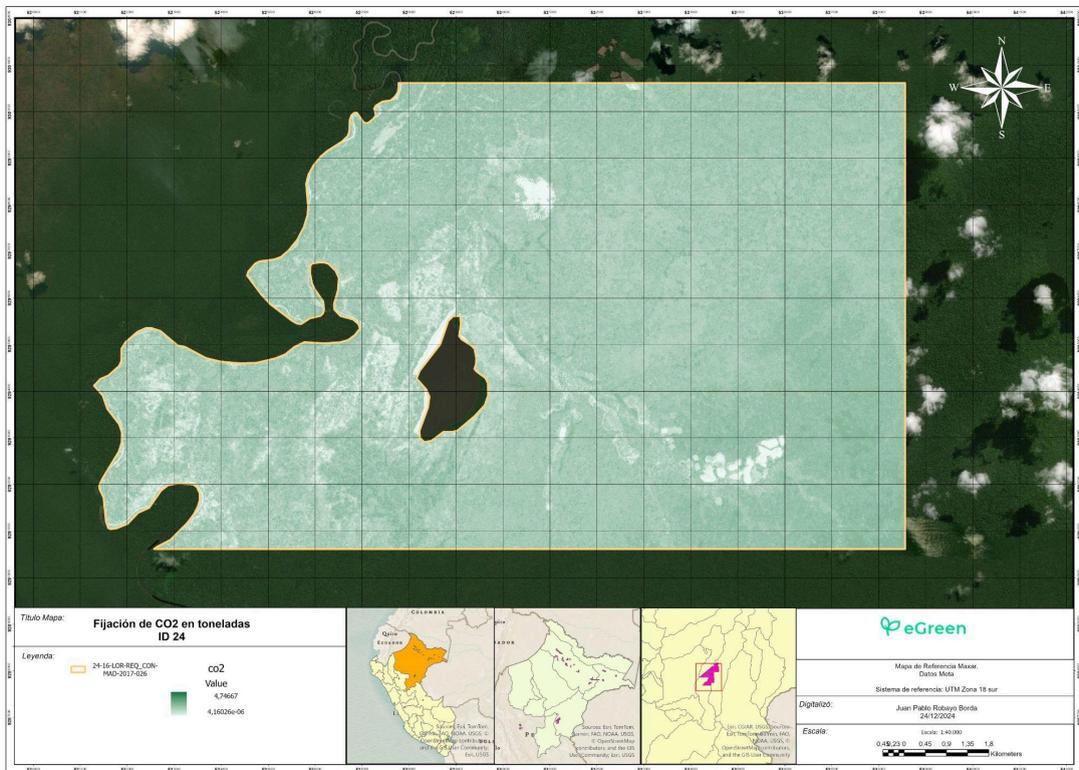
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
ago-24	6513	1051407	161	498051	76	1827849	281
sept-23	6513	987913	152	467974	72	1717465	264
sept-22	6513	1041762	160	493483	76	1811081	278
sept-22	6513	959636	147	454580	70	1668307	256
ago-22	6513	1071122	164	507391	78	1862124	286
jun-22	6513	1226127	188	580816	89	2131595	327
ene-22	6513	1089044	167	515880	79	1893281	291
sept-20	6513	1000117	154	473755	73	1738683	267
ago-20	6513	1065694	164	504819	78	1852687	284
ene-20	6513	1103876	169	522906	80	1919065	295
ago-19	6513	1038909	160	492131	76	1806122	277

Evolución de las toneladas en el tiempo



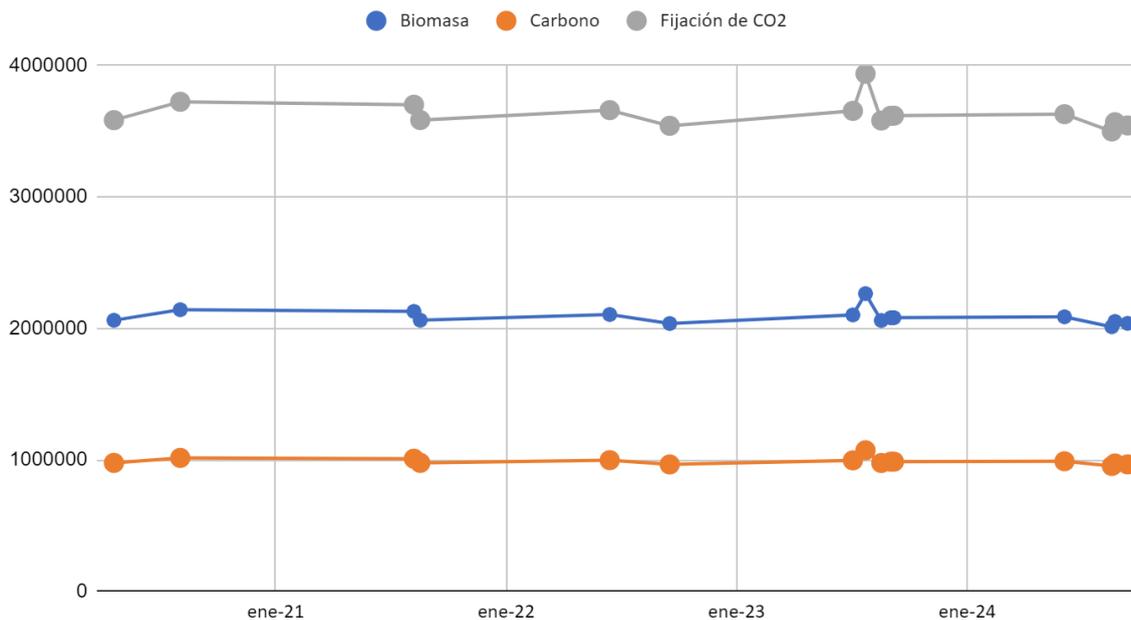
4.24 Predio 24

Ubicación: Loreto



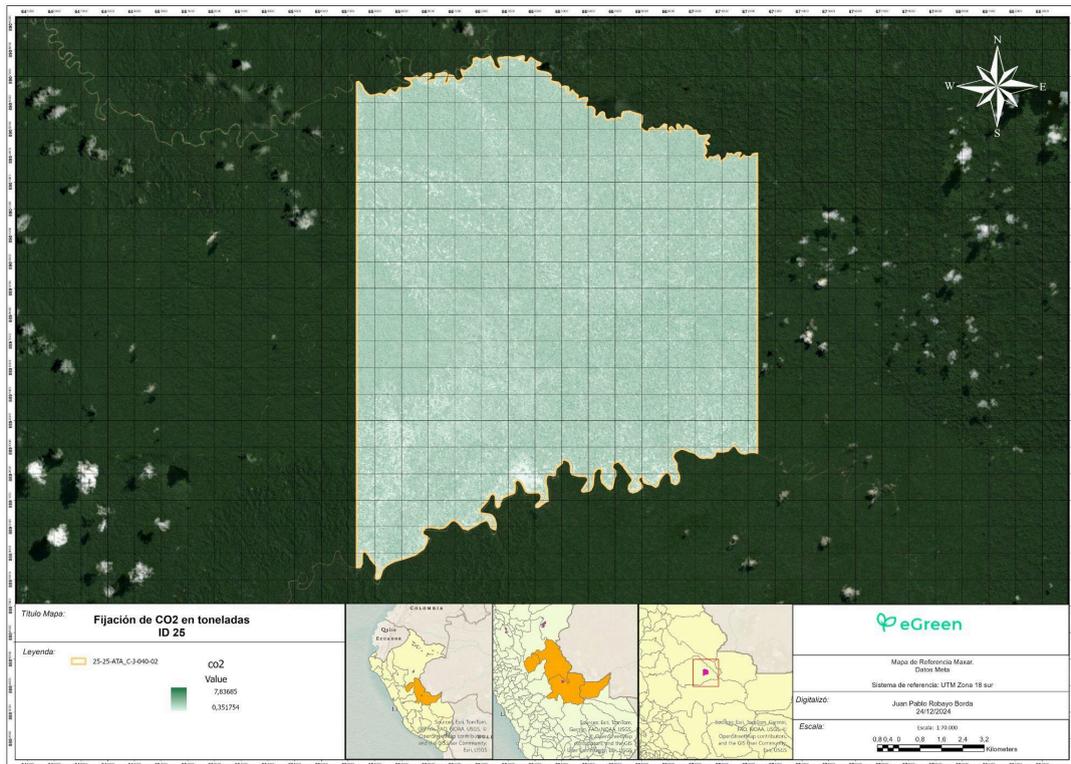
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
sept-24	13896	2038739	147	965750	69	3544304	255
ago-24	13896	2053068	148	972538	70	3569216	257
ago-24	13896	2012624	145	953380	69	3498905	252
jun-24	13896	2088326	150	989240	71	3630512	261
sept-23	13896	2081682	150	986093	71	3618960	260
sept-23	13896	2081191	150	985860	71	3618107	260
ago-23	13896	2060480	148	976049	70	3582101	258
jul-23	13896	2265003	163	1072932	77	3937660	283
jul-23	13896	2102787	151	996090	72	3655651	263
sept-22	13896	2037449	147	965140	69	3542062	255
jun-22	13896	2105887	152	997559	72	3661040	263
ago-21	13896	2062499	148	977006	70	3585611	258
ago-21	13896	2129596	153	1008790	73	3702258	266
ago-20	13896	2142504	154	1014904	73	3724697	268
abr-20	13896	2062114	148	976824	70	3584943	258

Evolución de las toneladas en el tiempo



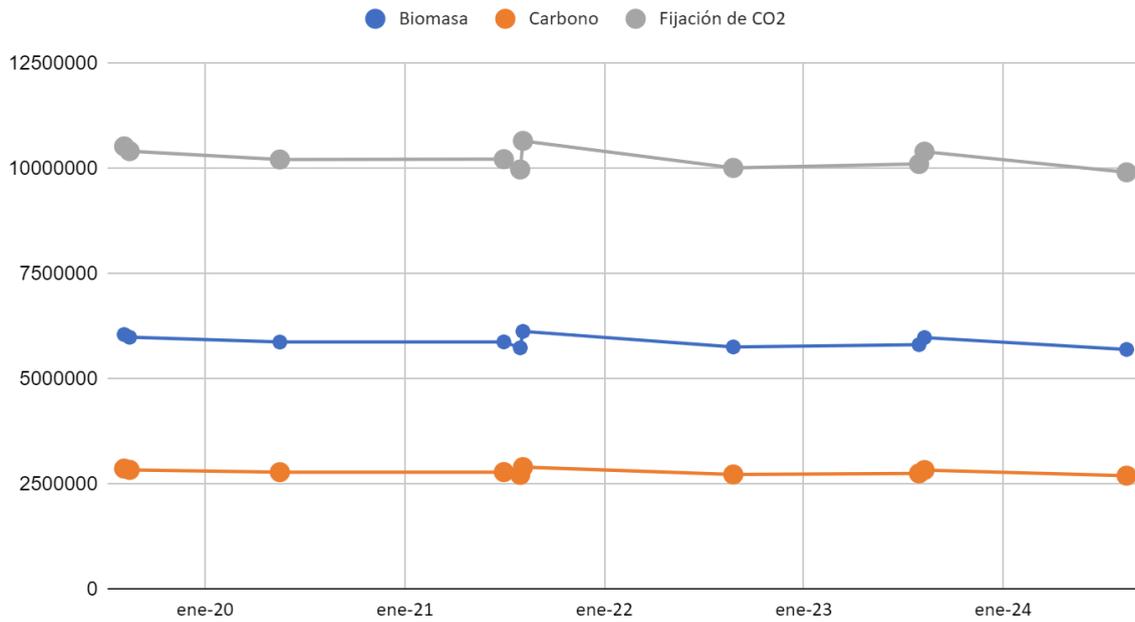
4.25 Predio 25

Ubicación: Ucayali



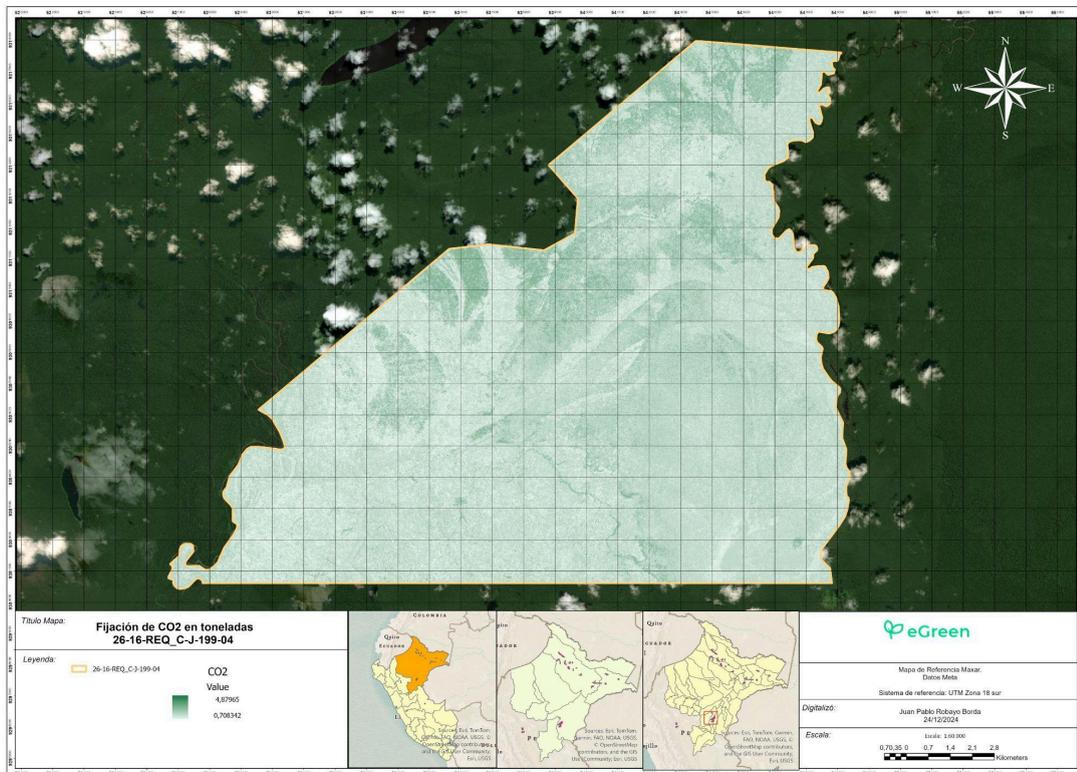
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
ago-24	22313	5703112	256	2701564	121	9914740	444
ago-23	22313	5986079	268	2835606	127	10406673	466
jul-23	22313	5816625	261	2755335	123	10112081	453
ago-22	22313	5762987	258	2729927	122	10018831	449
ago-21	22313	6132848	275	2905130	130	10661828	478
jul-21	22313	5741990	257	2719981	122	9982329	447
jul-21	22313	5882503	264	2786542	125	10226609	458
may-20	22313	5878623	263	2784704	125	10219863	458
ago-19	22313	5992907	269	2838840	127	10418543	467
ago-19	22313	6058097	272	2869721	129	10531875	472

Evolución de las toneladas en el tiempo



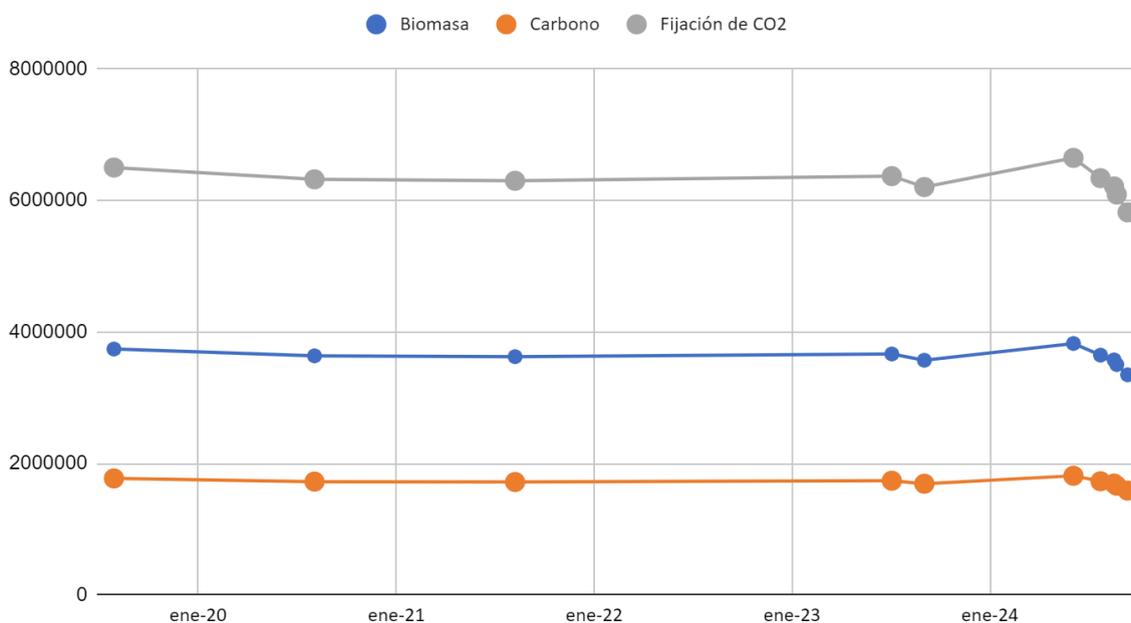
4.26 Predio 26

Ubicación: Loreto



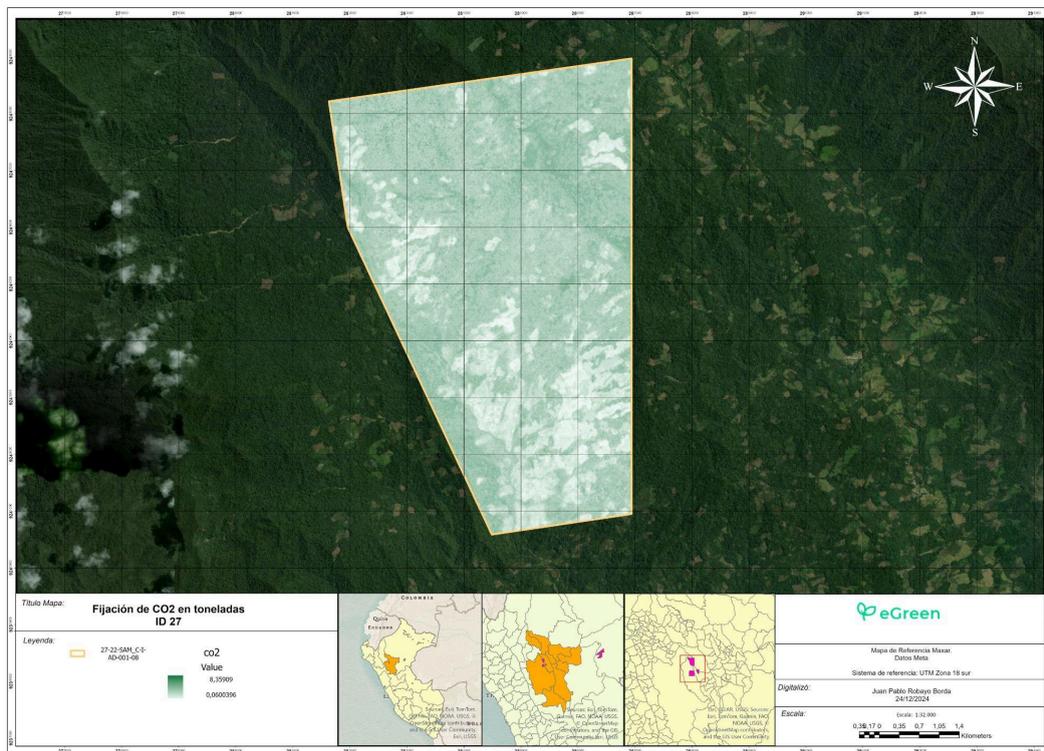
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
sept-24	22593	3348402	148	1586138	70	5821127	258
ago-24	22593	3504182	155	1659931	73	6091947	270
ago-24	22593	3575655	158	1693788	75	6216202	275
jul-24	22593	3647619	161	1727877	76	6341309	281
jun-24	22593	3825019	169	1811911	80	6649715	294
sept-23	22593	3569775	158	1691002	75	6205978	275
jul-23	22593	3665527	162	1736360	77	6372442	282
ago-21	22593	3624526	160	1716938	76	6301162	279
ago-20	22593	3637384	161	1723029	76	6323515	280
jul-19	22593	3740490	166	1771870	78	6502764	288

Evolución de las toneladas en el tiempo



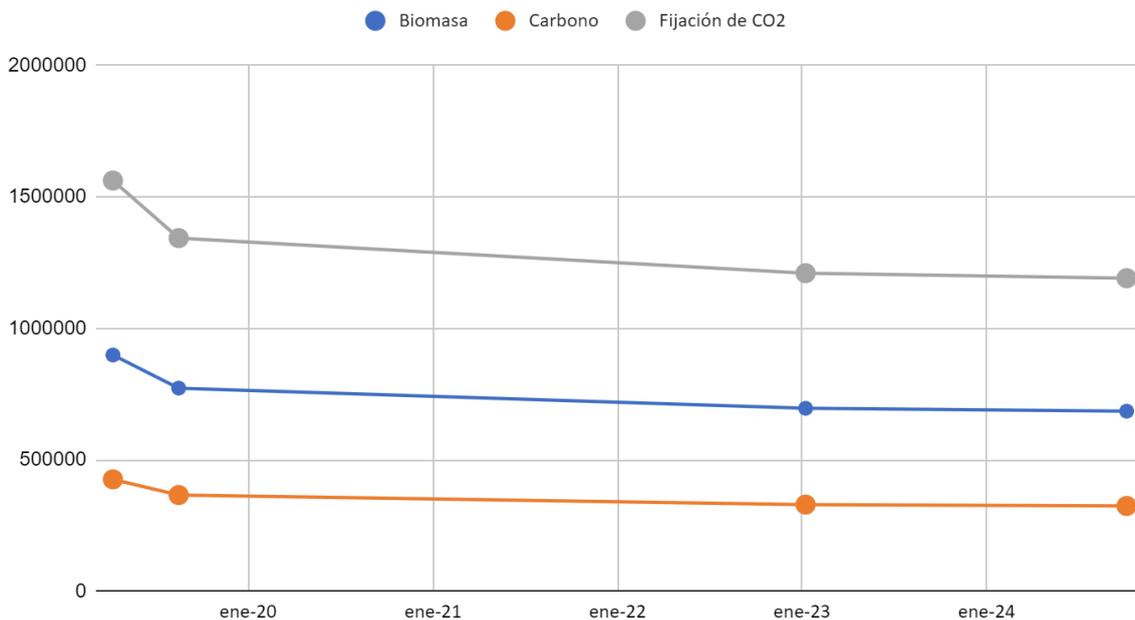
4.27 Predio 27

Ubicación: San Martin



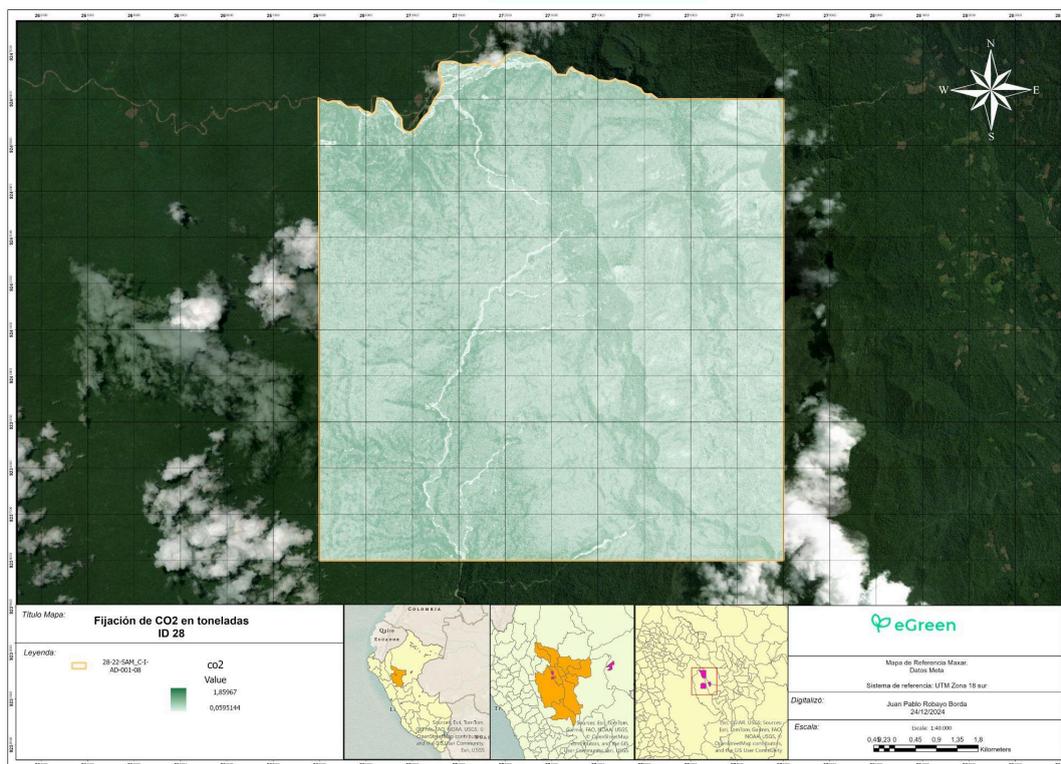
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbon o (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
oct-24	3276	685129	209	324546	99	1191083	364
ene-23	3276	696144	213	329763	101	1210231	369
ago-19	3276	772918	236	366131	112	1343702	410
abr-19	3276	898890	274	425804	130	1562701	477

Evolución de las toneladas en el tiempo



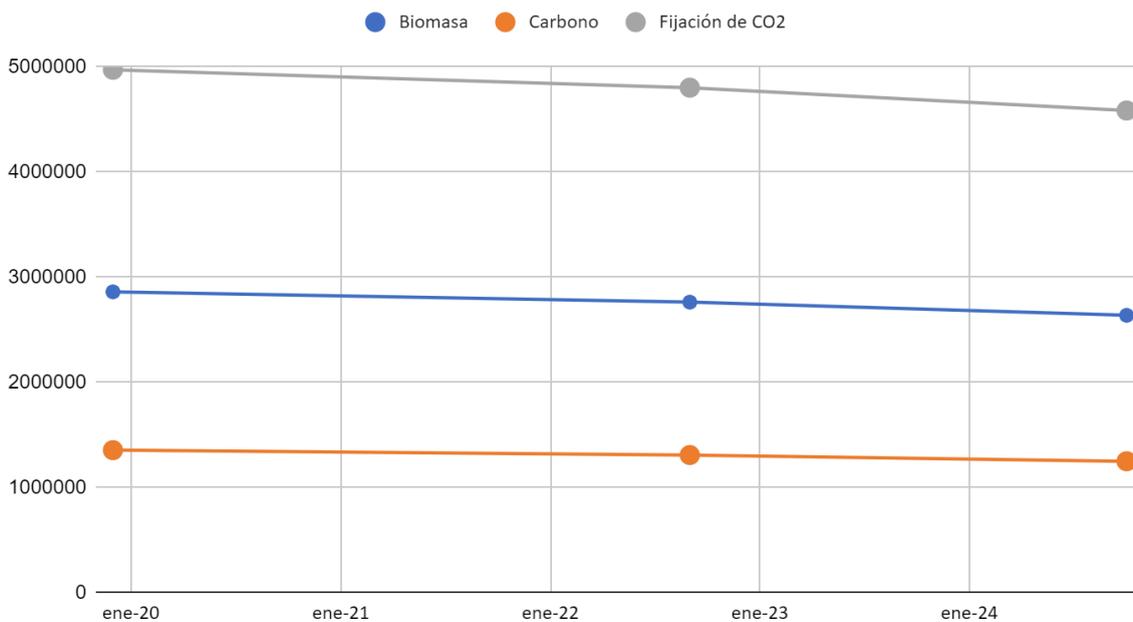
4.28 Predio 28

Ubicación: San Martín



Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
oct-24	10396	2637561	254	1249413	120	4585344	441
sept-22	10396	2762749	266	1308714	126	4802981	462
dic-19	10396	2860754	275	1355139	130	4973361	478

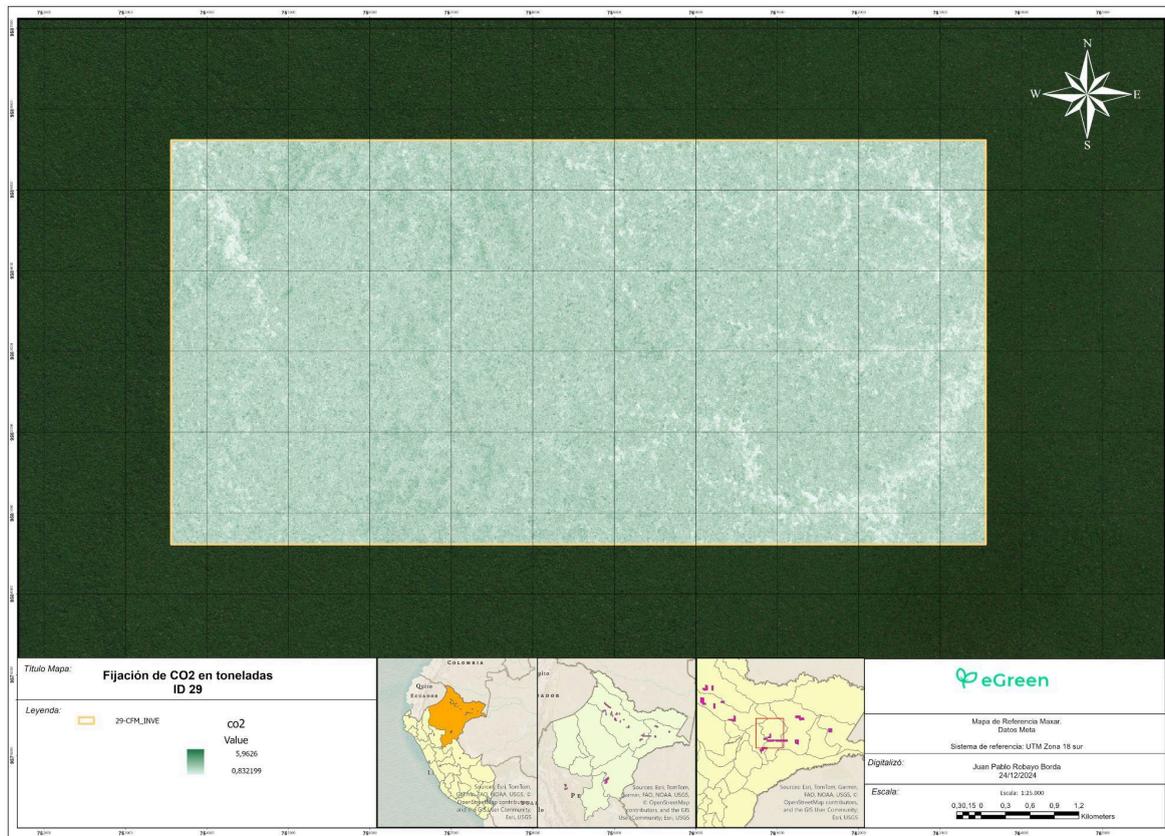
Evolución de las toneladas en el tiempo



eGreen

4.29 Predio 29

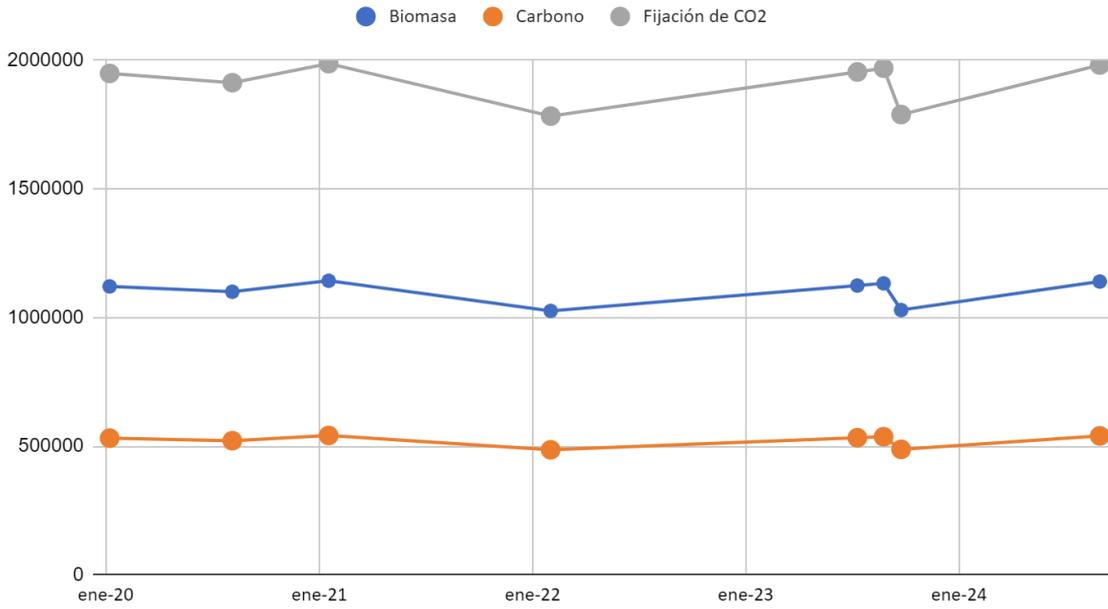
Ubicación: Ucayali



Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
ago-24	4970	1140012	229	540024	109	1981887	399
sept-23	4970	1029258	207	487560	98	1789344	360
ago-23	4970	1132920	228	536664	108	1969558	396
jul-23	4970	1124528	226	532689	107	1954968	393
feb-22	4970	1025828	206	485935	98	1783380	359
ene-21	4970	1143126	230	541499	109	1987300	400
ago-20	4970	1100465	221	521290	105	1913135	385
ene-20	4970	1121189	226	531107	107	1949164	392

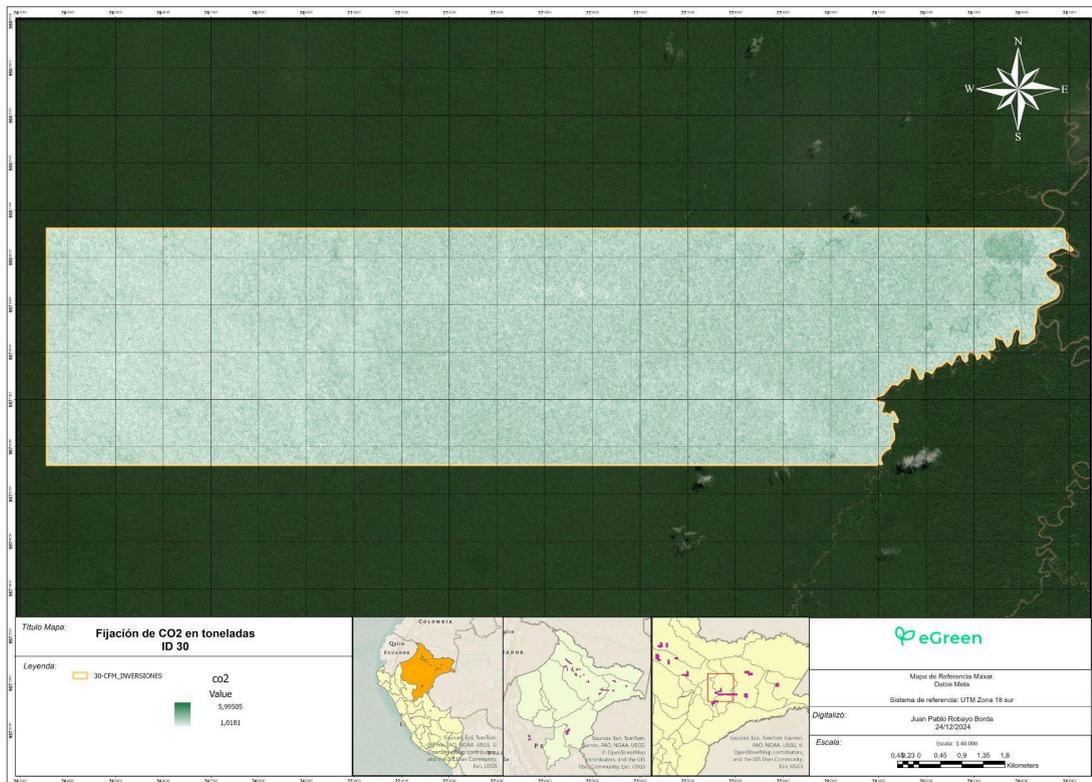


Evolución de las toneladas en el tiempo



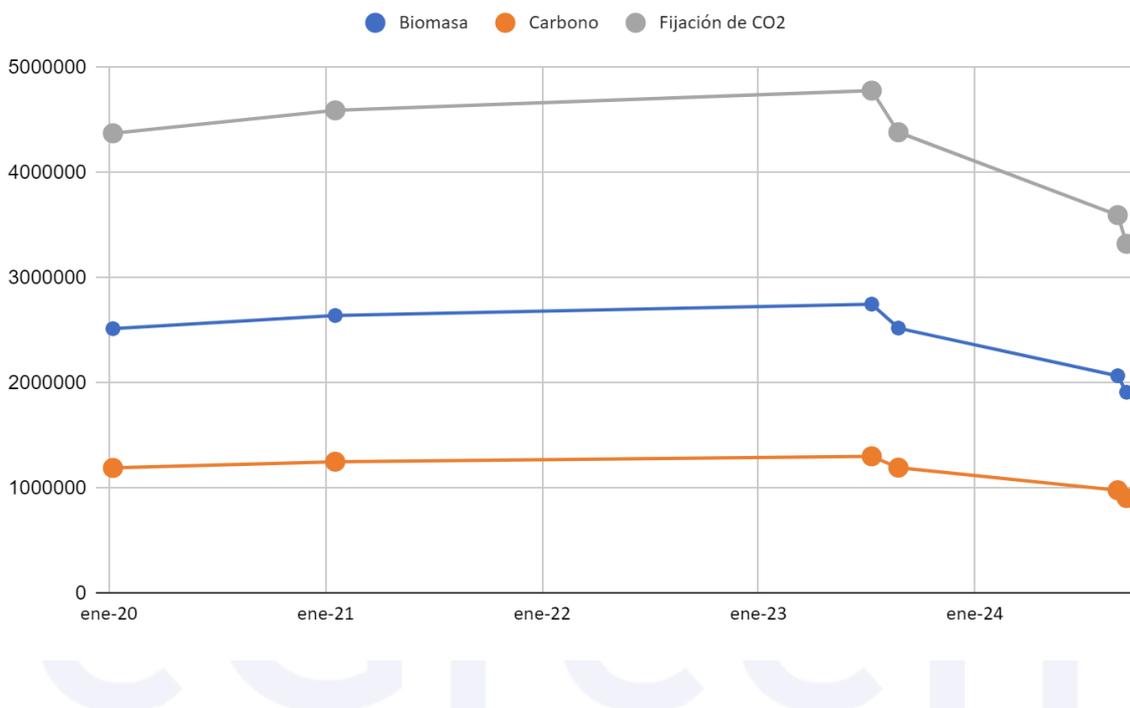
4.30 Predio 30

Ubicación: Loreto



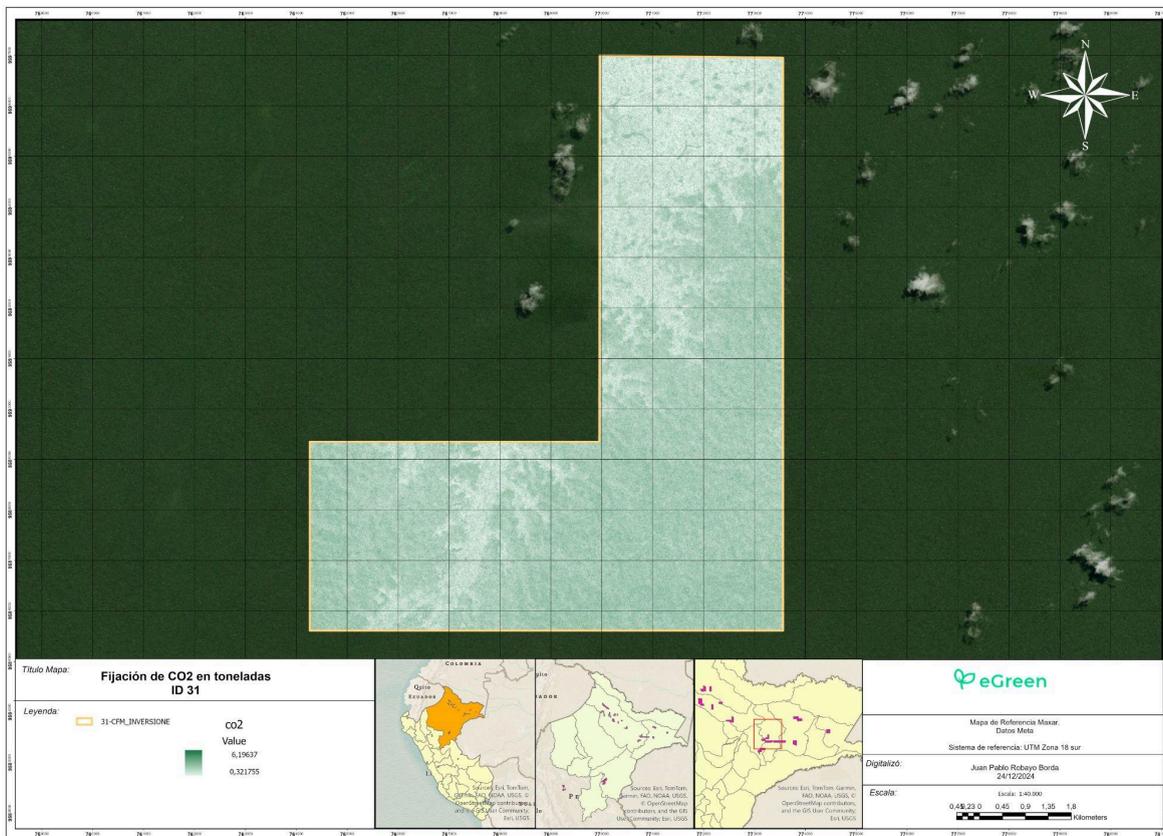
Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
sept-24	9657	1912088	198	905756	94	3324125	344
ago-24	9657	2069045	214	980107	101	3596991	372
ago-23	9657	2522496	261	1194906	124	4385306	454
jul-23	9657	2750206	285	1302772	135	4781175	495
ene-21	9657	2642061	274	1251544	130	4593167	476
ene-20	9657	2516727	261	1192174	123	4375277	453

Evolución de las toneladas en el tiempo



4.31 Predio 31

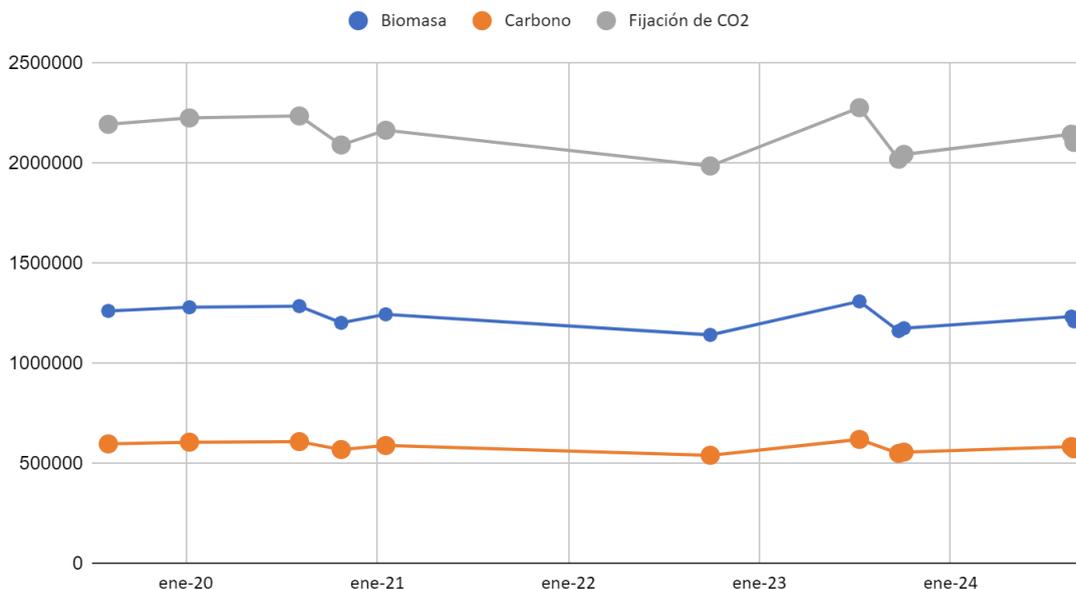
Ubicación: Loreto



Periodo	Area (ha)	Biomasa area (tons)	Biomasa area (tons/ha)	Carbono (tons)	Carbono (tons/ha)	CO ₂ (tons)	CO ₂ (tons/ha)
ago-24	6162	1210758	196	573536	93	2104878	342
ago-24	6162	1234356	200	584714	95	2145901	348
oct-23	6162	1176280	191	557204	90	2044938	332
sept-23	6162	1162326	189	550594	89	2020679	328
jul-23	6162	1310547	213	620806	101	2278358	370
sept-22	6162	1142997	185	541438	88	1987076	322
ene-21	6162	1245759	202	590116	96	2165727	351
oct-20	6162	1203300	195	570003	92	2091911	339
ago-20	6162	1286734	209	609526	99	2236960	363
ene-20	6162	1281072	208	606844	98	2227116	361
ago-19	6162	1262776	205	598177	97	2195309	356



Evolución de las toneladas en el tiempo



5. Análisis de resultados

En el presente informe de línea base de biomasa aérea del proyecto, se llevó a cabo una evaluación detallada de la biomasa y carbono almacenado en 31 predios ubicados en las regiones de Loreto (27 predios), San Martín (3 predios) y Ucayali (1 predio), ubicados en el Amazonas peruano. Se utilizó una metodología basada en imágenes Sentinel-2 y Planet Scope, junto con mediciones de láser de GEDI y análisis de modelado estadístico mediante algoritmos de Random Forest. Los resultados obtenidos permitieron identificar patrones claros en la distribución espacial y temporal de la biomasa, el carbono y el CO₂ capturado en cada predio, demostrando la efectividad de las estrategias de conservación y restauración implementadas.

Este análisis proporcionará la base fundamental para evaluar el proyecto, estableciendo un punto de partida sólido para futuras mediciones de captura o evitación de emisiones (adicionalidad). Es importante aclarar que las millones de toneladas de carbono ya capturadas no pueden ser comercializadas como bonos de carbono, ya que solo representan una referencia inicial. Este marco permitirá definir y monitorear las reducciones adicionales generadas a partir de las actividades del proyecto, asegurando su cumplimiento con los criterios de adicionalidad requeridos por la metodología.

Para dar un mayor detalle a los análisis realizados se dividió por región:

Loreto

Los polígonos analizados representan áreas de gran importancia para el manejo forestal y la captura de carbono en la región de Loreto. A partir de los criterios seleccionados, se identificaron los polígonos más destacados, lo que permite establecer relaciones entre el tamaño del área, la densidad de biomasa y carbono, y su capacidad para capturar CO₂.

El Polígono 5 presenta una excepcional eficiencia en términos de biomasa y carbono por hectárea, con valores de 287 toneladas de biomasa y 136 toneladas de carbono por hectárea, respectivamente. Estas cifras indican una alta productividad ecológica y potencial para programas de mitigación del cambio climático, dado que su captura de CO₂ total asciende a 8,431,683 toneladas, la más alta del conjunto analizado. Este polígono combina una extensión significativa (16,89 hectáreas) con una densidad sobresaliente, destacándose como un modelo de aprovechamiento sostenible de recursos forestales.

El Polígono 26, aunque no tiene los mayores valores de biomasa o carbono por hectárea (160 y 76 toneladas, respectivamente), se posiciona como el polígono con mayor área, abarcando 22,59 hectáreas. Esto le permite capturar un total de 6,282,616 toneladas de CO₂, demostrando que la extensión territorial es un factor crítico en la capacidad global de captura de gases de efecto invernadero. Este caso refleja cómo polígonos más extensos, incluso con una productividad moderada, pueden desempeñar un papel crucial en estrategias de conservación a gran escala.

Existe una correlación evidente entre los valores de biomasa y carbono por hectárea, como lo ejemplifica el Polígono 5. Sin embargo, otros polígonos con valores competitivos, como el Polígono 29, también destacan por su eficiencia relativa en biomasa (249 toneladas por hectárea) y carbono (118 toneladas por hectárea). Esto sugiere que los modelos de manejo forestal que maximizan la biomasa tienden a optimizar también la captura de carbono, siendo indicadores interrelacionados de salud forestal.

Los polígonos analizados presentan características diversas que pueden ser aprovechadas en el diseño de políticas regionales de mitigación del cambio climático. Polígonos con alta biomasa por hectárea, como el 5, son ideales para enfoques intensivos que priorizan el secuestro de carbono en áreas específicas. Por otro lado, polígonos extensos como el 26 son más adecuados para estrategias que buscan maximizar la captura de CO₂ total en términos absolutos, lo que podría complementar programas REDD+, AFOLU o similares.

La deforestación parece estar ocurriendo en áreas donde la biomasa y el CO₂ han disminuido, como en el Polígono 19 y el Polígono 20), donde se observa una caída en la biomasa comparado con periodos anteriores. Esto podría indicar una reducción en la cobertura forestal, posiblemente por actividades humanas.

Por otro lado, la reforestación o regeneración natural se refleja en los polígonos donde la biomasa ha aumentado. En el Polígono 22 y el Polígono 26, se observa un crecimiento continuo en biomasa y CO₂, lo que podría ser indicativo de esfuerzos de reforestación o una recuperación del ecosistema.

En general, los polígonos con mayor biomasa por hectárea, como el Polígono 29 y el Polígono 30, muestran una mayor concentración de carbono, lo que sugiere áreas con mayor densidad forestal, posiblemente relacionadas con una gestión adecuada para prevenir la deforestación.

Este análisis destaca las variaciones en la biomasa y el CO₂ como indicadores clave para entender los procesos de deforestación y reforestación en Loreto.

San Martín

La región de San Martín se caracteriza por presentar un alto nivel de nubosidad, un factor que influye directamente en las mediciones y análisis relacionados con el carbono y la biomasa. Esta particularidad se evidencia en los resultados obtenidos para los polígonos 7, 27 y 28, cuyos titulares son Forestal Alto Saposoa SAC (polígono 7) y la Empresa Maderera Rivas Hnos SRL (polígonos 27 y 28).

En el polígono 7, el promedio de CO₂ fijado por hectárea se estima en 369 toneladas, mientras que para los polígonos 27 y 28, los valores ascienden a 405 y 461 toneladas por hectárea, respectivamente. Sin embargo, un análisis temporal de la biomasa en el polígono 27 muestra una disminución significativa a lo largo de los años, lo que indica una reducción en la capacidad de fijación de carbono en esta zona de San Martín.

Esta tendencia resalta la problemática de la deforestación y su impacto directo sobre la cantidad de biomasa presente en los ecosistemas. La clasificación de estos polígonos bajo el concepto de “deforestación grave” subraya la necesidad de tomar medidas urgentes para detener y revertir la pérdida de bosques en estas áreas.

Implementar estrategias de manejo sostenible, restauración forestal y monitoreo constante resulta esencial para mitigar los efectos de la deforestación, proteger la biodiversidad y garantizar la capacidad de los bosques para actuar como sumideros de carbono. La situación en San Martín no sólo pone de relieve la vulnerabilidad de sus ecosistemas, sino también la importancia de adoptar políticas integrales que combinen conservación y desarrollo sostenible.

Ucayali

El Polígono 25, ubicado en la región de Ucayali y gestionado por Forestal San Antonio EIRL, destaca significativamente por su alta productividad ecológica y su impacto en la captura de carbono. Este polígono combina una gran extensión territorial, de 22,313 hectáreas, con una densidad notable de biomasa y carbono por hectárea, lo que lo convierte en uno de los más relevantes dentro del análisis.

Con un promedio de 264 toneladas de biomasa y 125 toneladas de carbono por hectárea, el Polígono 25 muestra una eficiencia excepcional en la acumulación de materia orgánica y carbono. Estas cifras lo posicionan como el líder en captura de CO₂ por hectárea, con 459

toneladas, destacándose no solo en términos relativos, sino también en términos absolutos, al registrar una captura total de 10,249,337 toneladas de CO₂.

Esta combinación de características hace que el Polígono 25 sea un recurso estratégico para programas de mitigación del cambio climático, como iniciativas REDD+ o mecanismos de compensación de emisiones. Además, su ubicación en Ucayali refuerza la importancia de esta región como un bastión en la lucha contra el cambio climático y la promoción de la sostenibilidad ambiental.

Pese a lo anterior, el polígono 25, refleja una tendencia general de disminución en biomasa, carbono y captura de CO₂ durante el periodo 2019-2024, con pérdidas acumuladas significativas de estos indicadores clave. Aunque se observan momentos de recuperación parcial, como en julio-agosto de 2023, las reducciones notables, como la caída en biomasa promedio de 268 a 256 toneladas por hectárea entre agosto de 2023 y 2024, sugieren la influencia de factores como deforestación, manejo inadecuado y estrés ambiental. Esta degradación impacta la capacidad del polígono como sumidero de carbono, con una reducción de 617,135 toneladas de CO₂ capturado en cinco años, resaltando la necesidad de acciones de manejo sostenible y reforestación activa para mitigar estos efectos y preservar su función ecológica.

General

A nivel general se observó que los predios con mayores áreas de bosque, como el predio 25 con 22,313 ha presentaron los valores más altos de biomasa aérea, alcanzando más de 459 ton en los periodos recientes. Por otro lado, predios con menor extensión, como el predio 29 con 4,970 ha, mostrando una biomasa proporcionalmente menor, aunque mantuvieron valores consistentes en densidad por hectárea de hasta 229 tons/ha en 2024.

A lo largo del tiempo, se detectaron incrementos en la biomasa y el carbono almacenado en algunos predios, indicando una recuperación efectiva tras las intervenciones de reforestación. Por ejemplo, el predio 14 aumentó su biomasa de 3,650,402 tons en 2019 a 3,688,906 tons en 2024. Sin embargo, también se identificaron fluctuaciones negativas en ciertas áreas, atribuibles a presiones locales o degradación forestal, como en el predio 12, donde la biomasa decreció entre 2022 y 2023 antes de estabilizarse nuevamente.

En cuanto a la captura de CO₂, se determinó que esta se correlaciona directamente con la biomasa. Predios como el 25 lograron capturas superiores a las 9,914,740 toneladas, posicionándose como sumideros clave de carbono. No obstante, otros predios mostraron un potencial de captura relativamente bajo, señalando la necesidad de mayores esfuerzos de restauración en estas áreas.

5.1 Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos, se puede concluir que las estrategias implementadas, como la reforestación y la conservación, han generado impactos positivos en la captura de

carbono y la restauración de la biomasa en algunos predios. No obstante, las fluctuaciones observadas resaltan la necesidad de ajustes en la gestión adaptativa para optimizar los resultados.

Se destaca la importancia de mantener un monitoreo continuo y de alta resolución, utilizando tecnologías avanzadas de teledetección y modelado, para asegurar evaluaciones precisas y consistentes. Además, se recomienda priorizar predios con potencial de mejora significativa en captura de carbono, establecer alianzas con comunidades locales para fortalecer el impacto socioeconómico del proyecto y complementar los datos de biomasa con indicadores adicionales, como biodiversidad o calidad del suelo, para lograr una visión más integral.

En la región de Loreto se destaca que los polígonos con alta biomasa y carbono por hectárea lo que implica una mayor captura total de CO₂, evidenciando una interacción compleja entre eficiencia ecológica y tamaño del área. Estos hallazgos subrayan la importancia de adaptar estrategias de manejo forestal a las características específicas de cada polígono, optimizando su contribución al desarrollo sostenible y la lucha contra el cambio climático.

En la región de San Martín, el análisis de los polígonos 7, 27 y 28 resalta la disminución progresiva de la biomasa y la capacidad de fijación de carbono, especialmente en el polígono 27. Esta tendencia refleja el impacto de la deforestación y la necesidad de implementar medidas urgentes de conservación y restauración. A pesar de la gravedad de la situación, estos polígonos presentan un potencial significativo para recuperar su funcionalidad ecológica a través de estrategias sostenibles de manejo forestal, reforestación y monitoreo continuo, que permitan detener la pérdida de bosques y asegurar su papel como sumideros de carbono en la región.

El Polígono 25, ubicado en la región de Ucayali, enfrenta una tendencia preocupante de disminución en biomasa, carbono y capacidad de captura de CO₂, lo que podría comprometer su función ecológica si no se toman acciones inmediatas. Sin embargo, con su área significativa y su histórico de alta densidad de biomasa, presenta un alto potencial para ser recuperado mediante estrategias sostenibles de manejo forestal, reforestación y regeneración natural asistida. Este análisis subraya la importancia de tomar medidas concertadas para asegurar su contribución continua a la mitigación del cambio climático y la sostenibilidad ambiental.

6. Comparación del amazonas

La selva amazónica, conocida como el "pulmón del planeta", es un ecosistema crucial para la regulación del clima global debido a su capacidad para almacenar enormes cantidades de carbono en su biomasa y suelo. Según el artículo de We Are Water, se estima que la

Amazonía almacena entre 160 y 200 gigatoneladas de carbono, desempeñando un papel vital en la mitigación del cambio climático.¹

Funciones de la biomasa en relación con el carbono:

- Almacenamiento de carbono: La biomasa de la Amazonía actúa como un sumidero de carbono, capturando CO₂ de la atmósfera y ayudando a contrarrestar las emisiones globales.
- Regulación del clima: Este ecosistema regula los patrones climáticos al influir en los ciclos de agua y carbono.

Riesgos actuales:

- La deforestación y la degradación forestal están disminuyendo la capacidad de la selva para absorber CO₂.
- En algunas regiones, el Amazonas ha comenzado a emitir más CO₂ del que capta, lo que podría convertirlo en una fuente neta de emisiones, acelerando el cambio climático.

La preservación de la biomasa en el Amazonas no solo es esencial para mantener su función como sumidero de carbono, sino también para evitar que alcance un punto de no retorno, donde su colapso tendría consecuencias catastróficas para el equilibrio climático global.

Aunque en 2022 Perú se posiciona entre los países con los niveles más altos de carbono (sur del Perú) con el 15% del total de los países que comparten este ecosistema con el segundo puesto. Sin embargo, la densidad por hectárea decrece durante el periodo de estudio del artículo² lo que representa un reto climático que debe ser abordado con el fin de mejorar la calidad del ecosistema y su capacidad de captura de carbono.

Así pues, se reconoce al Perú como un país de gran importancia e incidencia en el Amazonas, y este proyecto representa un aporte significativo para el ejercicio de conservación y análisis del carbono en esta región clave. Por ello, se ha generado una comparación entre los resultados obtenidos mediante la metodología aplicada y un estudio realizado por el Monitoring of the Andes Amazon Project (MAAP).

Como se evidencia en la imagen, el estudio de MAAP reporta un promedio de aproximadamente 84 toneladas métricas de carbono por hectárea en el Amazonas peruano para el año 2022, mientras que la metodología utilizada en este proyecto arrojó un promedio de 94 toneladas métricas de carbono por hectárea.

¹ [Enlace.](#)

² [Enlace.](#)

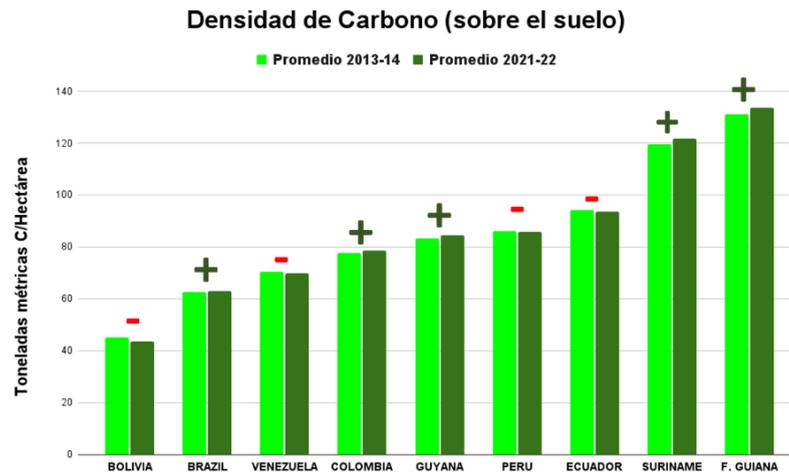


Gráfico 2. Datos de Planet Forest Carbon Diligence para la densidad de carbono sobre el suelo por país en la Amazonía, comparando 2013-14 con 2021-22. Observe que un signo «+» indica que el país ha ganado carbono, mientras que un signo «-» indica que el país ha perdido carbono.

Fuente: MAAP

Estas cifras, aunque cercanas, presentan una diferencia que puede atribuirse a varios factores. En la mayoría de los predios del proyecto se ha mantenido un respeto por los planes de manejo, lo que ha permitido la conservación de zonas con niveles altos de biomasa y carbono almacenado. Adicionalmente, se debe considerar que existen regiones del Amazonas peruano con niveles significativos de deforestación que no están incluidas dentro de las áreas abarcadas por este proyecto y que tienen una densidad mucho menor, lo que influye en la comparación de resultados.

7. Próximos pasos

El proyecto se encuentra en una etapa crucial para consolidar su viabilidad técnica y estratégica, enfocándose en cumplir con los objetivos del Fondo Interamericano de Desarrollo (BID) y los requerimientos de BioCarbon. La preparación de los insumos para la presentación al BID es una prioridad inmediata. Este proceso incluye el desarrollo de un documento sólido que destaque los objetivos del proyecto, su metodología, y los beneficios esperados en términos de conservación, captura de carbono y desarrollo sostenible. Aunque los detalles del reporte están en desarrollo, este se centrará en resaltar cómo el proyecto puede alinearse con las prioridades del BID, especialmente en sostenibilidad ambiental y social.

En cuanto al análisis del área de influencia y de fuga, estas actividades han sido solicitadas como próximos pasos esenciales por BioCarbon. Actualmente, se están evaluando las metodologías más adecuadas, incluyendo la continuidad del uso de análisis satelitales avanzados para estimar la biomasa aérea. Estas herramientas permitirán definir las áreas clave para las actividades de conservación y restauración, así como mitigar riesgos de fuga

mediante la delimitación de buffers alrededor de ríos y caminos, y la utilización de subcuencas hidrográficas como áreas de referencia.

La Amazonía peruana se caracteriza por una constante formación de nubes, típica de los bosques húmedos tropicales, debido a su intensa evapotranspiración. Por ello, hasta ahora se ha trabajado con imágenes satelitales completamente libres de nubosidad para aprovechar al máximo su claridad. En los casos en que las imágenes presentan nubosidad, se implementará un mosaico que combine diversas imágenes con el objetivo de obtener una calidad adecuada para la aplicación de la metodología. Además, se utilizarán herramientas avanzadas para eliminar las nubes de las imágenes, permitiendo su correcto procesamiento. Este enfoque ofrece nuevas oportunidades para mejorar el análisis y fortalecer los resultados del proyecto, manteniendo siempre un alto estándar de precisión y calidad técnica.

Estos pasos no solo apuntan a cumplir con los requerimientos del BID y BioCarbon, sino que también refuerzan la capacidad del proyecto para demostrar un impacto positivo, confiable y alineado con estándares internacionales, sentando una base sólida para su éxito y sostenibilidad a largo plazo.



eGreen