PROYECTO CARACTERIZACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA EN EL NODO LÁCTEO DE LA ESTRATEGIA DE ECONOMÍA CIRCULAR.

CÁLCULO DE HUELLA HÍDRICA CORPORATIVA

PLANTA PROCESADORA DE PRODUCTOS LÁCTEOS SAN ANDRÉS EU

DIC 2025

REPORTE 2025

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO: SBV–ES–CA–238–2025

"AUNAR ESFUERZOS TÉCNICOS, ADMINISTRATIVOS Y FINANCIEROS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO DE CARACTERIZACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA EN EL NODO LÁCTEO DE LA ESTRATEGIA DE ECONOMÍA CIRCULAR, ORIENTADO AL MEJORAMIENTO DE LA COMPETITIVIDAD, LA EFICIENCIA EN EL USO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL Y SOCIAL EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA."

DICIEMBRE, 2025

EQUIPO TÉCNICO

Equipo técnico

Doly Alejandra Jiménez Trujillo
Directora Línea Producción Sostenible y Consumo Responsable

Ruth Martha Tapias
Coordinadora técnica Línea de producción sostenible y consumo Responsable (E)

Daniel Rojas
Profesional Senior - Coordinador asignado al proyecto
Línea de Producción Sostenible
Corporación Ambiental Empresarial CAEM

Jeferson Rojas Casallas
Profesional Junior Línea Producción Sostenible y Consumo Responsable

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO 8
1. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN 9
1.1. Ubicación 10
2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO 12
3. OBJETIVO DEL REPORTE 14
3.1. Objetivos específicos 14
4. COBERTURA 14
4.1. Cobertura Temporal 14
4.2. Cobertura Técnica 14
5. DESCRIPCIÓN DEL AÑO BASE Y SEGUIMIENTO A LOS CONSUMOS 15
5.1. Descripción del año base seleccionado 15
5.2. Seguimiento de consumos a través del tiempo 15
5.3. Frecuencia del Informe 16
5.4. Responsables 16
6. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN BASE 16
7. HUELLA HÍDRICA DIRECTA 17
7.1. Huella Hídrica directa azul 19
7.2. Huella Hídrica directa verde 20
7.3. Huella Hídrica directa Gris 20
8. HUELLA HÍDRICA INDIRECTA 22
9. HUELLA HÍDRICA TOTAL DE LA ORGANIZACIÓN 26
10. EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA 28

10.1. Evaluación de Sostenibilidad Ambiental 29
10.2. Evaluación de Sostenibilidad Económica 29
10.3. Evaluación de Sostenibilidad Social 30
11. CONCLUSIONES 32
12. RECOMENDACIONES FINALES 34
BIBLIOGRAFÍA 36

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Información general SAN ANDRÉS EU 10
Tabla 2. Resultados huella hídrica directa SAN ANDRÉS EU 18
Tabla 3. Distribución de la Huella Hídrica gris SAN ANDRÉS EU 21
Tabla 4. Consumo de materias primas, insumos y servicios SAN ANDRÉS EU 22
Tabla 5. Resultados generales Huella Hídrica SAN ANDRÉS EU 26
Tabla 6. SAN ANDRÉS EU 29
Tabla 7. SAN ANDRÉS EU 30

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Huella hídrica de una empresa 6

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Porcentaje de aporte a la huella hídrica indirecta total 24
Gráfica 2. Porcentajes distribución de la Huella Hídrica Total SAN ANDRÉS EU 27

INTRODUCCIÓN

La huella hídrica es un indicador de uso de agua dulce que es palpable no sólo en el uso de agua directo de un consumidor o productor, sino también en su uso indirecto. Esta puede ser considerada como un indicador global de apropiación de los recursos de agua dulce, por encima de la medida tradicional y restringida de la extracción de agua (HOESKSTRA, 2011).

Este indicador se puede medir a diferentes escalas, para la línea de producción y prestación de servicio de un bien o producto desde su inicio hasta su finalización, de puerta a puerta Para el presente estudio, se propone que los limites sean organizacionales, desde el ingreso de materia prima hasta el final de la línea de producción o prestación de servicios. Esto con el objetivo de aumentar la eficiencia sobre el recurso hídrico dentro del proceso productivo e identificar las opciones de mejora y control con este indicador.

Según Hoekstra, la Huella Hídrica se divide en Huella Hídrica Azul, Huella Hídrica Verde y Huella Hídrica Gris: “La huella hídrica azul se refiere al consumo de agua superficial y subterránea a lo largo de la cadena de suministro de un producto. El consumo se refiere a la pérdida de agua de la masa de agua disponible del suelo de la superficie en un área de captación. Las pérdidas se producen cuando el agua se evapora, vuelve a otra zona de captación o al mar o se incorporan al producto. La huella hídrica verde se refiere al consumo de agua de lluvia en la medida en que no se pierde por filtro o rio abajo. La huella hídrica gris se refiere a la contaminación y se define como el volumen de agua dulce que se requiere para asimilar la carga de contaminantes más allá de las concentraciones naturales del lugar y la calidad del agua” (HOESKSTRA, 2011)

Por otro lado, en cuanto a la Huella Hídrica de la Organización, esta tiene un componente directo y uno indirecto a fin de contemplar la cantidad de agua total del proceso productivo. La Huella hídrica Directa se refiere al volumen de agua utilizado directamente en el proceso que se lleva a cabo. La Huella hídrica Indirecta se refiere al consumo de agua y contaminación de las aguas que pueden estar asociados con la producción de los bienes y servicios usados en el proceso (agua contenida en materias primas, productos, maquinaria y equipo, por ejemplo) (HOESKSTRA, 2011).

La huella hídrica total de una empresa es la sumatoria de la huella hídrica directa y la huella hídrica indirecta y puede ser esquematizada en componentes como se muestra en la siguiente figura:

Diagrama 1. Huella hídrica de una empresa



Fuente 1. Water Footprint Network

De esta manera, en un mundo donde los recursos naturales se vuelven cada vez más preciados, la noción de la "huella hídrica" ha emergido como un indicador crucial de nuestra relación con el recurso hídrico y su disponibilidad. La huella hídrica no solo evalúa la cantidad de agua directa e indirectamente utilizada en la producción de productos, bienes y servicios, sino que también arroja luz sobre el impacto ambiental asociado con el desarrollo de estas actividades.

El agua, hace parte fundamental de numerosos sectores económicos, desde la agricultura y la industria hasta nuestros patrones de consumo diario y por eso la comprensión de cómo nuestras acciones

contribuyen a la huella hídrica global se ha vuelto imperativa en un momento en el que la gestión sostenible del agua se posiciona como uno de los mayores desafíos ambientales.

Con este análisis de la huella hídrica, se evaluará no solo la importancia de conservar y optimizar el recurso hídrico, sino también las prácticas y estrategias que individuos, empresas y comunidades pueden adoptar para reducir su impacto en los ciclos hídricos del planeta. Desde la eficiencia en el uso del agua hasta la reutilización y la conciencia colectiva, cada paso hacia una huella hídrica más ligera es un paso hacia un futuro sostenible y equitativo.

GLOSARIO[1]

HUELLA HÍDRICA: Es un indicador del uso de agua dulce que no se centra únicamente en el uso directo del agua por parte de un consumidor o de un productor, sino que se centra también en su uso indirecto.

HUELLA HÍDRICA AZUL: se refiere al consumo de los recursos de agua azul (aguas superficiales y subterráneas) a lo largo de la cadena de suministro de un producto. El consumo se refiere a una pérdida de agua de una masa de agua disponible en una zona de captación o cuenca hidrográfica

HUELLA HÍDRICA VERDE: se refiere al consumo de los recursos de agua verde (el agua de lluvia en la medida en que no se convierte en escorrentía).

HUELLA HÍDRICA GRIS: se refiere a la contaminación y se define como el volumen de agua dulce requerida para asimilar la carga de contaminantes dadas las concentraciones naturales de fondo y las normas de la calidad ambiental.

EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA: se refiere a todo el conjunto de actividades necesarias para 1. Cuantificar y localizar la huella hídrica de un proceso, producto, productor o consumidor, o cuantificar en el espacio y el tiempo la huella hídrica en un área geográfica específica. 2. Analizar la sostenibilidad medioambiental, social y económica de esta huella hídrica y 3. Formular una estrategia de respuesta.

APROPIACIÓN DE AGUA: Este es un término que se emplea en el contexto de la evaluación de la huella hídrica para referirse tanto al consumo de agua dulce para actividades humanas (huella hídrica verde y azul) como a la contaminación de agua dulce debida a la actividad humana (huella hídrica gris).

AGUA INCORPORADA: Se refieren al volumen de agua agregado e incluida al producto como tal durante todo su proceso de fabricación y que no retorna o sale del mismo.

Todos los conceptos son tomados de la metodología para el cálculo de la Huella Hídrica Corporativa The Water Footprint Network.

1. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

SAN ANDRÉS EU es una empresa colombiana dedicada a la elaboración, transformación y comercialización de productos lácteos, con sede principal en el municipio de Ubaté, departamento de Cundinamarca, región reconocida por su vocación lechera. La organización desarrolla actividades industriales asociadas al procesamiento de leche cruda, orientadas principalmente al abastecimiento del mercado regional, contando con una trayectoria consolidada en la producción de derivados lácteos tradicionales.

La empresa dispone de un portafolio diversificado de productos, el cual incluye diferentes productos como son Mantequilla, queso campesino, yogurt, arequipe. Estos productos se comercializan en múltiples presentaciones y gramajes, tanto en formatos enteros como porcionados, lo que implica la operación simultánea de varias líneas productivas dentro de la planta, cada una con requerimientos específicos de proceso, control de calidad y manejo de materia prima.

Las operaciones productivas se desarrollan en una planta de procesamiento con infraestructura propia, la cual integra áreas definidas para la recepción y evaluación de la materia prima, zonas de transformación y proceso, áreas de empaque, almacenamiento en frío y espacios administrativos. Los procesos productivos se ejecutan de manera continua e incluyen etapas como recepción y análisis de la leche, pasteurización, cuajado, desuerado, moldeo, enfriamiento, empaque y almacenamiento, de acuerdo con las características técnicas de cada producto elaborado.

Adicionalmente, la empresa gestiona subproductos inherentes al proceso lácteo, tales como el suero, los cuales hacen parte del flujo operativo de la planta y requieren un manejo adecuado desde el punto de vista productivo, sanitario y ambiental.

En términos de capacidad operativa, SAN ANDRÉS EU se abastece principalmente de leche entera como insumo fundamental, procesando volúmenes representativos de manera mensual para atender la demanda de su portafolio comercial. La diversidad de productos y presentaciones exige una organización interna eficiente que permita la adecuada rotación de líneas productivas, el uso de equipos especializados y la implementación permanente de programas de limpieza y desinfección, garantizando la calidad, inocuidad y continuidad de la producción.

La empresa cuenta actualmente con un equipo aproximado de diecisiete (17) colaboradores, distribuidos entre áreas administrativas y operativas. El personal operativo participa directamente en las actividades de producción, empaque, almacenamiento y logística, mientras que el personal administrativo apoya los procesos de gestión, control y comercialización. La jornada laboral se desarrolla de lunes a sábado, conforme a la normativa laboral vigente.

Tabla 1. Información general SAN ANDRÉS EU

VARIABLE	VALOR	UNIDAD
Producción Mensual Promedio	248	kg/mes
Costo de Producción		$/mes
Numero de instalaciones, procesos o áreas en los que puede dividir su actividad	1	Procesos
Número total de empleados administrativos	1	Personas
Numero de empleadas administrativas	0	Personas
Número de empleados administrativos	1	Personas
Horario Administrativos	6	Días/semana
	8	Horas/día
Número total de empleados operativos	16	Personas
Numero de empleadas operativas	7	Personas
Número de empleados operativos	9	Personas
Horarios operativos	21	Días/semana
	8	Horas/día
Número total de empleados	17 Aprox	Personas
Fuente principal del consumo de agua	Acueducto Veredal	N/A
Porcentaje fuente principal respecto al uso total administrativo	100	%
Fuente secundaria del consumo de agua	No aplica	N/A
Porcentaje fuente secundario respecto al uso total administrativo	0	%

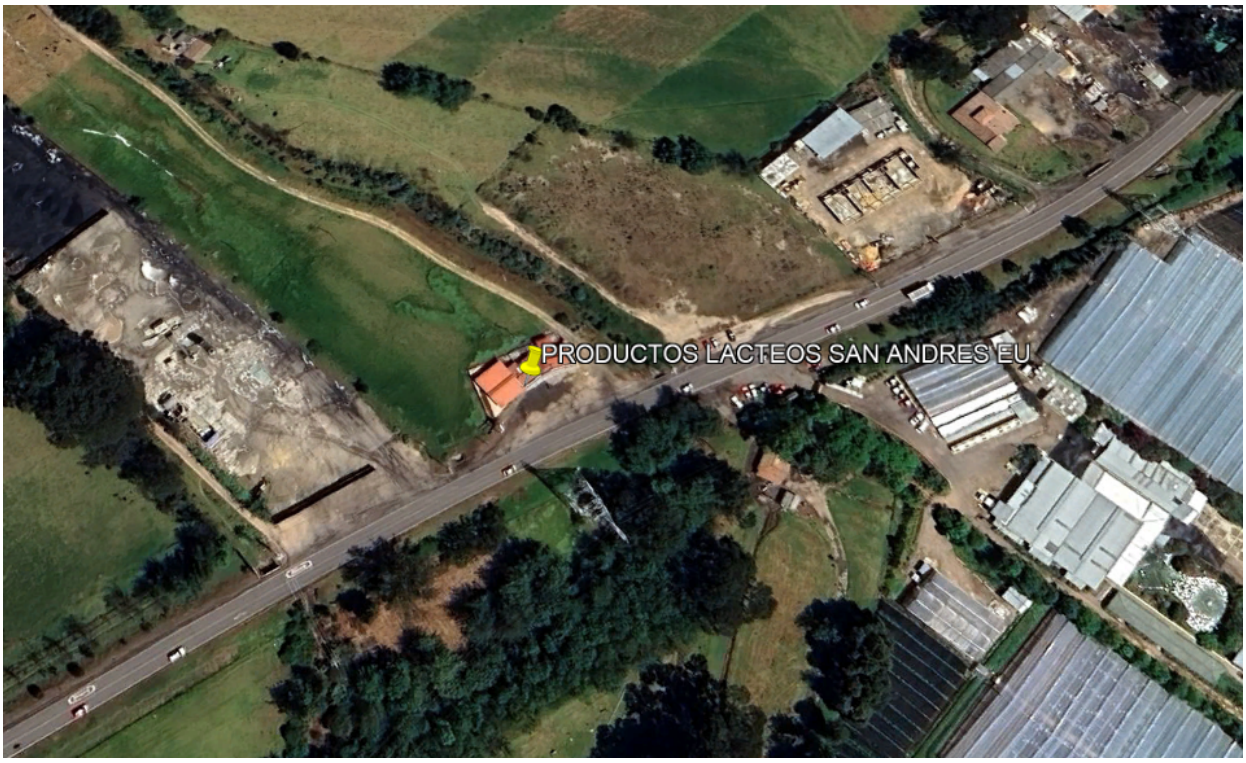
Fuente: Información entregada por la empresa, 2025

1.1. Ubicación

La empresa SAN ANDRÉS EU, identificada con NIT 832010902 – 8, se encuentra ubicada en la zona urbana del municipio de Ubaté, en el departamento de Cundinamarca. Su actividad económica principal está relacionada con la producción y venta de productos lácteos y forma parte del sector priorizado en el marco del proyecto.

Su ubicación es en la KM 4 VÍA UBATÉ BOGOTÁ - PUNTO DE VENTA LÁCTEOS SAN ANDRÉS, Ubaté Cundinamarca, que se encuentra en la zona urbana del municipio de Ubaté y se ilustra a continuación a través de la plataforma Google Maps.

Ilustración 2 Ubicación geográfica empresa SAN ANDRÉS EU



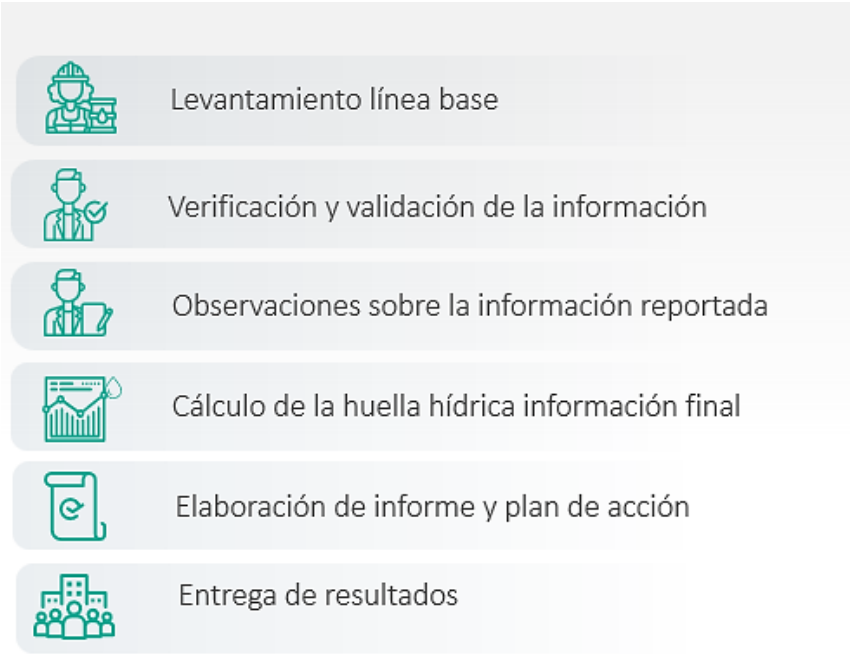
Fuente: *Google Maps 2025*

2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Para el cálculo de la Huella Hídrica se aplicó la metodología estándar propuesta por la Water Footprint Network (WFN), la cual define la huella hídrica de un bien, servicio u organización como el volumen total de agua dulce utilizado de manera directa e indirecta a lo largo de las diferentes etapas de su cadena productiva o de prestación de servicios. La huella hídrica es un indicador que considera tanto el uso directo del agua por parte de un consumidor o productor, como su uso indirecto asociado a la cadena de suministro, y permite una evaluación integral de la apropiación del recurso hídrico (Hoekstra et al., 2011).

Para calcular la huella hídrica empresarial, la Corporación Ambiental Empresarial (CAEM) diseñó una herramienta de sistematización y cálculo basada en los lineamientos del Water Footprint Assessment Manual de la WFN. Esta herramienta se implementa mediante una matriz de cálculo en formato Excel, organizada bajo un esquema modular que asegura la trazabilidad del dato desde la entrada de información hasta la generación de resultados.

Diagrama 2. Modelo de intervención para el cálculo de la huella Hídrica empresarial



La herramienta de huella hídrica se estructura en cinco (5) hojas visibles, conforme al flujo de información de entrada, procesamiento y salida, así:

- Hoja 1. “Info Inicial”: contiene la configuración del año base y la captura de datos generales del establecimiento requeridos para la parametrización del cálculo.
- Hoja 2. “HH Directa”: consolida el consumo de agua (acueducto u otras fuentes disponibles) e incorpora los datos de calidad de vertimientos necesarios para el cálculo de la huella hídrica directa, incluyendo los componentes azul y gris, según aplique.
- Hoja 3. “HH Indirecta”: integra la información de materias primas e insumos relevantes (p. ej., leche, energía u otros), aplicando los factores de conversión correspondientes para la estimación del componente indirecto.
- Hoja 4. “Resultados”: consolida automáticamente los indicadores finales de huella hídrica y genera productos de salida tales como tablas e insumos gráficos para análisis de desempeño.
- Hoja 5. “Evaluación”: presenta el análisis de sostenibilidad asociado a la huella hídrica de la organización, incorporando componentes ambientales, económicos y sociales, como soporte para la toma de decisiones.

El presente estudio se delimita bajo un enfoque organizacional, en el cual la huella hídrica directa se evalúa bajo un alcance “Puerta a Puerta”, considerando las actividades bajo control del establecimiento, mientras que la huella hídrica indirecta se analiza bajo un alcance “Cuna a Puerta”, incorporando el impacto hídrico asociado a la cadena de suministro de los principales insumos utilizados.

3. OBJETIVO DEL REPORTE

Presentar los resultados del cálculo de la huella de hídrica para SAN ANDRÉS EU para el periodo comprendido entre enero a diciembre del año 2025, evidenciando las fuentes de altos consumos hídricos, como estrategia para la mejora del desempeño ambiental empresarial y la reducción de consumos del recurso hídrico en cumplimiento con las políticas nacionales y organizacionales de la región y del país.

3.1. Objetivos específicos

- Recopilar y consolidar la información primaria necesaria para el desarrollo del proceso de medición de la huella hídrica corporativa, en el marco del Convenio entre la Gobernación y la Corporación Ambiental Empresarial (CAEM), dentro de la Estrategia de Economía Circular – Nodo Lácteo.
- Medir y calcular la huella hídrica corporativa de SAN ANDRÉS EU ubicada en el municipio de Ubaté, aplicando la metodología del Water Footprint Network (WFN).
- Socializar los resultados obtenidos del ejercicio de medición de la huella hídrica corporativa con la empresa participante, como insumo para la gestión y mejora del desempeño hídrico.

4. COBERTURA

4.1. Cobertura Temporal

Información de consumos hídricos y otras variables relacionadas con el recurso, obtenida a partir de registros del año 2025. A su vez, se tiene en cuenta información bibliográfica disponible para consulta y referenciada conforme a la información documental existente. Por tal motivo, se trabajó con los consumos mensuales durante el año base de estudio, con el ánimo de identificar oportunidades de reducción de consumos hídricos en las diferentes etapas asociadas a la actividad principal y también al consumo relacionado con las materias primas y/o insumos usados en la sucursal de estudio.

4.2. Cobertura Técnica

El primer aspecto técnico que se tuvo en cuenta para la medición de la Huella Hídrica Empresarial tiene soporte en las operaciones estadísticas a través de elementos de medición y registros administrativos, con los cuales se pretende dar representatividad a los datos, oficialidad de las cifras utilizadas y replicabilidad del ejercicio.
A su vez se tuvo en cuenta la eficiencia del uso consuntivo, que en esencia se deriva de la medición del agua extraída no consumida, y la cual hace referencia a pérdidas aparentes, que no fueron incorporadas en su totalidad al cálculo.

El alcance técnico de este estudio tiene en cuenta las actividades relacionadas con el área en donde se desarrollan todas las actividades propias de la sucursal (concesionario) en las diferentes áreas, además del reporte de información relacionada con casino y limpieza de instalaciones entre otras. Es importante señalar que la obtención de estos datos ha sido a través de la organización, por lo cual el índice de incertidumbre de estos datos está asociado a las capacidades propias la organización en la información entregada.

5. DESCRIPCIÓN DEL AÑO BASE Y SEGUIMIENTO A LOS CONSUMOS

5.1. Descripción del año base seleccionado

El año base corresponde a la información registrada durante el año 2025 dado que este fue un ejercicio de contabilización de consumos realizado por SAN ANDRÉS EU, bajo el referente metodológico Water Footprint Network.

5.2. Seguimiento de consumos a través del tiempo

Dado el compromiso de la empresa SAN ANDRÉS EU, de cuantificar, reportar y gestionar la información para el cálculo de la huella hídrica corporativa, la organización declara que cualquier cambio en el año base será explicado en reportes anuales futuros, creando un procedimiento que considere condiciones como: cambios en la metodología de cuantificación, mejoras en la calidad de los datos, cambios en factores asociados a las huellas de materias primas o actualización de estos factores, entre otros, de acuerdo con los lineamientos metodológicos establecidos para tal fin.

5.3. Frecuencia del Informe

Se recomienda que el cálculo de la huella de hídrica se realice anualmente, y los recálculos se lleven a cabo de acuerdo con la metodología de recálculo establecida para el componente de recurso hídrico o conforme lo considere pertinente la organización de acuerdo con sus compromisos de sostenibilidad y sujeto a los requerimientos de la marca.

5.4. Responsables

Este informe es presentado por la Corporación Ambiental Empresarial – CAEM y la empresa SAN ANDRÉS EU, en el marco del Convenio suscrito entre la Gobernación de Cundinamarca y CAEM, desarrollado dentro de la Estrategia Departamental de Economía Circular, específicamente en el Nodo Lácteo, cuyo propósito es fortalecer la gestión sostenible del recurso hídrico y la medición de la Huella Hídrica Corporativa en las empresas participantes.

SAN ANDRÉS EU., como titular de la operación, es la responsable de garantizar la medición anual de su huella hídrica, así como la entrega de información veraz, completa y oportuna que permita el seguimiento y la actualización del indicador en el tiempo

6. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN BASE

En cualquier estudio de huella hídrica, se debe contemplar explícitamente el periodo de datos empleado, ya que el periodo elegido afectará los resultados obtenidos. En años secos, la huella hídrica azul de un producto de cultivo será mucho mayor que en años húmedos, ya que se necesitará mucho más riego para mantener en condiciones óptimas los cultivos. Lo anterior teniendo en cuenta que algunos de los insumos y/o materias primas usadas para el desarrollo de la actividad económica se derivan de sistemas agrícolas, por ejemplo.

Para la recolección y levantamiento de la información de línea base para la medición y cálculo de la huella hídrica, se tiene el formato prestablecido para tal fin, en donde se solicita información como: 1. Información general de la empresa, 2. Principales procesos y/ áreas. 3. Materias primas. 4. Consumos de agua. 5. Abastecimiento energético. 6. Disposición y Caracterización de vertimientos, entro otra información.

7. HUELLA HÍDRICA DIRECTA

En el marco del cálculo de la huella hídrica corporativa, la huella hídrica directa corresponde al uso del recurso hídrico atribuible a las operaciones que se encuentran bajo el control operativo del establecimiento. Este componente incluye el agua empleada en los procesos productivos, las labores de limpieza y desinfección de equipos e instalaciones (CIP), los servicios sanitarios y demás actividades internas asociadas al funcionamiento de la organización.

Para SAN ANDRÉS EU., la huella hídrica directa se asocia principalmente a la operación industrial de transformación láctea, que comprende las etapas de recepción de materia prima, procesamiento y actividades de lavado y desinfección (CIP), y en menor proporción a las actividades de soporte relacionadas con la administración y los servicios generales.

Dado que el establecimiento no cuenta con sistemas de micromedición por áreas (por ejemplo, diferenciación entre áreas administrativas y áreas de planta), los resultados de la huella hídrica directa se presentan a escala del establecimiento en su conjunto. Para tal fin, se utilizaron los siguientes insumos de información:

i. El consumo de agua de acueducto registrado para el periodo representativo 2025;
ii. Un caudal de vertimiento estimado (Q), obtenido a partir de un ejercicio de balance hídrico interno a nivel operativo, construido con base en la contabilidad del agua ingresada al establecimiento y el volumen efectivamente consumido en los procesos, el cual se emplea como estimación en ausencia de medición directa y se encuentra pendiente de validación mediante aforo; y
iii. La información de calidad del efluente reportada en el monitoreo realizado en el año 2024, correspondiente a un dato existente pero no vigente, el cual se utiliza bajo el principio de trazabilidad metodológica y se declara expresamente como tal en el presente estudio.

La sistematización, procesamiento y consolidación de la información utilizada para el cálculo de la huella hídrica corporativa (directa, indirecta y total) se realizó mediante la herramienta de cálculo desarrollada internamente por la Corporación Ambiental Empresarial (CAEM), la cual implementa los lineamientos metodológicos del Water Footprint Network (WFN). Dicha herramienta constituye un instrumento técnico de uso interno de la organización y no corresponde a un soporte documental externo

independiente; no obstante, garantiza la trazabilidad del dato desde los registros administrativos y de actividad suministrados por la empresa hasta los resultados consolidados que se reportan en el presente informe.

La descarga de las aguas residuales generadas por el establecimiento se realiza al sistema de alcantarillado público, y se cuenta con una trampa de grasas como tratamiento primario previo a la entrega del efluente al sistema.

Tabla 2. Resultados huella hídrica directa SAN ANDRÉS EU

PROCESO O ÁREA	Huella Hídrica Azul Directa Total (m3/año)	Huella Hídrica Verde Directa Total (m3/año)	Huella Hídrica Gris Directa Total (m3/año)
Operación total del establecimiento (planta + soporte)	**138**	0	**135,27**
TOTAL	**138**	**0,00**	**135,27**

Fuente: CAEM, 2025

La huella hídrica azul directa corresponde al volumen de agua proveniente del acueducto que es utilizado por el establecimiento y no retorna al sistema hídrico después de las actividades operativas. Dado que no existe micromedición por áreas internas, el cálculo se realizó a partir del volumen total de agua abastecida al establecimiento, equivalente a 138,00 m^3/año, considerando todos los usos asociados a la operación industrial y administrativa (lavado, CIP, servicios y otros consumos internos).
El volumen retornado al alcantarillado se estimó con base en el caudal promedio medido durante el muestreo del 18 de diciembre de 2025, para una operación declarada de 8 horas/día y ocho días al mes. Bajo esta condición, la fracción no retornada constituye el consumo neto de agua asociado a procesos, evaporación, arrastres y pérdidas operativas.

- El resultado de la huella hídrica azul directa del establecimiento corresponde a: Huella Hídrica Azul Directa = 138,00 m^3/año

El establecimiento no realiza captación ni aprovechamiento de agua lluvia y no desarrolla actividades agrícolas o pecuarias en su área de control operativo. Por lo tanto, no existe uso atribuible a huella hídrica verde en el periodo evaluado.

- Huella Hídrica Verde Directa = 0,00 m^3/año

La huella hídrica gris directa refleja el volumen teórico de agua requerido para asimilar la carga contaminante generada por los vertimientos, sin superar los parámetros establecidos en la normativa vigente para descargas a alcantarillado público.
El resultado se obtuvo a partir de la caracterización fisicoquímica realizada el 18 de diciembre de 2025, en la cual se midió el caudal de descarga y las concentraciones de los parámetros regulados. El parámetro crítico identificado fue la DBO_5, cuya concentración superó el límite máximo permitido por la Resolución 0631 de 2015, generando la mayor demanda relativa de dilución.
Con base en las condiciones reales de operación y calidad de vertimiento, la huella hídrica gris directa es:

- Huella Hídrica Gris Directa = 135,27 m^3/año

De acuerdo con el total directo (273,27 m^3/año), la distribución es la siguiente:

- Huella azul directa: 138,00 m^3/año (50,50%)
- Huella gris directa: 135,27 m^3/año (49,50%)
- Huella verde directa: 0,00 m^3/año (0,00%)

El resultado evidencia un aporte proporcional entre huella azul y gris, donde el consumo hídrico y la calidad del efluente representan los elementos principales sobre los cuales el establecimiento puede ejercer control operativo. Estos resultados resaltan la importancia de mantener un seguimiento continuo del uso de agua y fortalecer las prácticas de operación y tratamiento del vertimiento para asegurar un desempeño hídrico sostenible.

A continuación, se detalla el comportamiento individual de cada componente.

7.1. Huella Hídrica directa azul

La huella hídrica azul directa representa el volumen de agua captada desde el sistema de acueducto municipal que permanece incorporada a la operación industrial y administrativa del establecimiento. A partir del volumen anual ingresado a la planta (**138,00 m^3/año**), se identifica que el recurso es utilizado

en procesos de lavado de superficies y equipos, actividades CIP, servicios sanitarios, actividades de apoyo y pérdidas inherentes al proceso (arrastres, evaporación y retenciones en producto y equipos).
Dado que el establecimiento no cuenta con medición de retorno en planta, el valor reportado corresponde al consumo neto del recurso hídrico, siendo atribuible a la fracción de agua no recuperada ni restituida al sistema. Este resultado constituye una referencia operativa clave para estructurar acciones de reducción y control de consumos, tales como optimización de tiempos de lavado, estandarización de procedimientos y mejora del desempeño hidráulico del sistema CIP.

Huella Hídrica Azul Directa = 138,00 m^3/año

7.2. Huella Hídrica directa verde

La huella hídrica verde se asocia exclusivamente al uso de agua procedente de precipitación disponible en el suelo o vegetación, aplicable en actividades productivas vinculadas a agricultura, ganadería o procesos que integran captación de agua lluvia dentro del sistema operativo.
En el caso de SAN ANDRÉS EU, la actividad desarrollada corresponde a la transformación industrial de leche cruda y no involucra procesos agropecuarios bajo control de la planta. Adicionalmente, el establecimiento no reporta sistemas de recolección, almacenamiento o aprovechamiento de agua lluvia ni infraestructura asociada a manejo de escorrentía.
Así, no existe contribución cuantificable a este componente, por lo que se registra:

Huella Hídrica Verde Directa = 0,00 m^3/año

7.3. Huella Hídrica directa Gris

La huella hídrica gris directa representa el volumen teórico de agua requerido para diluir la carga contaminante generada por el establecimiento hasta niveles compatibles con la normativa ambiental aplicable a sistemas de alcantarillado público. Su estimación se realizó con base en los resultados de caracterización fisicoquímica del vertimiento efectuados el 18 de diciembre de 2025, los cuales incluyen medición de caudal y análisis de parámetros regulados.

El parámetro crítico identificado fue la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), cuya concentración superó los valores máximos permitidos para el sector lácteo establecidos en la Resolución 0631 de 2015. Este parámetro determina la huella gris debido a su relación directa con la carga orgánica remanente en el efluente y su potencial efecto sobre el sistema de tratamiento municipal.

A partir del caudal de operación monitoreado y del diferencial entre concentración medida y límite normativo, se obtiene:

Huella Hídrica Gris Directa = 135,27 m^3/año

Este valor constituye una referencia de presión potencial sobre el sistema receptor y permite definir prioridades de mejora como: eficiencia del tratamiento, control de arrastres y seguimiento sistemático del vertimiento.

8. HUELLA HÍDRICA INDIRECTA

Para el cálculo de la Huella Hídrica Indirecta de SAN ANDRÉS EU, se consolidaron los consumos anuales de materias primas, insumos y servicios requeridos para la operación de la planta. Este componente representa la huella asociada a la cadena de suministro (producción de la leche cruda, generación de electricidad, fabricación de insumos químicos y producción de empaques), por lo que sus valores se estiman mediante factores de huella hídrica reportados por la Water Footprint Network (WFN) y, cuando no aplica WFN, por fuentes LCA reconocidas (p. ej., NREL, PEFCR y literatura basada en bases tipo PlasticsEurope).

De acuerdo con los registros aportados por la empresa, para el caso de una planta procesadora de leche, la huella hídrica indirecta está determinada principalmente por la leche cruda recibida (upstream), dado que la producción primaria de leche concentra la mayor parte del uso de agua (especialmente verde, asociada a alimentación del ganado). En contraste, el aporte de electricidad, químicos CIP y empaques PE resulta marginal frente a la materia prima principal.

Tabla 4. Consumo de materias primas, insumos y servicios SAN ANDRÉS EU

Materia Prima Consumida	Unidad	Total, Consumido	Huella Hídrica Azul Indirecta Total (m^3/año)	Huella Hídrica Verde Indirecta Total (m^3/año)	Huella Hídrica Gris Indirecta Total (m^3/año)	Huella Hídrica Indirecta Total (m^3/año)
Uso de energía (electricidad y combustibles)						
Carbón Mineral	Ton/año	21,60	101,88	0,00	0,00	101,88
Materias primas de productos animales						
Leche entera	Ton/ año	74,52	6.185,16	185.107,68	1863,00	193.155,84
Productos Plásticos						
Vinipel, Bolsas, embases	Ton/año	0,03	0,85	0,00	0,0	0,85

Materia Prima Consumida	Unidad	Total, Consumido	Huella Hídrica Azul Indirecta Total (m^3/año)	Huella Hídrica Verde Indirecta Total (m^3/año)	Huella Hídrica Gris Indirecta Total (m^3/año)	Huella Hídrica Indirecta Total (m^3/año)
Productos Químicos						
Soda Caustica	Ton/año	1,44	13,81	0,00	0,00	13,81
Hipoclorito	Ton/año	0,14	6,24	0,00	0,00	6,24
jabón industrial neutro	Ton/año	0,15	8,59	0,00	0,00	8,59
Sal	Ton/año	4,80	12,72	0,00	0,00	12,72
Vidrio	Ton/año	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
			6.329,25	185.107,68	1863	193.299,93

Fuente: CAEM, 2025

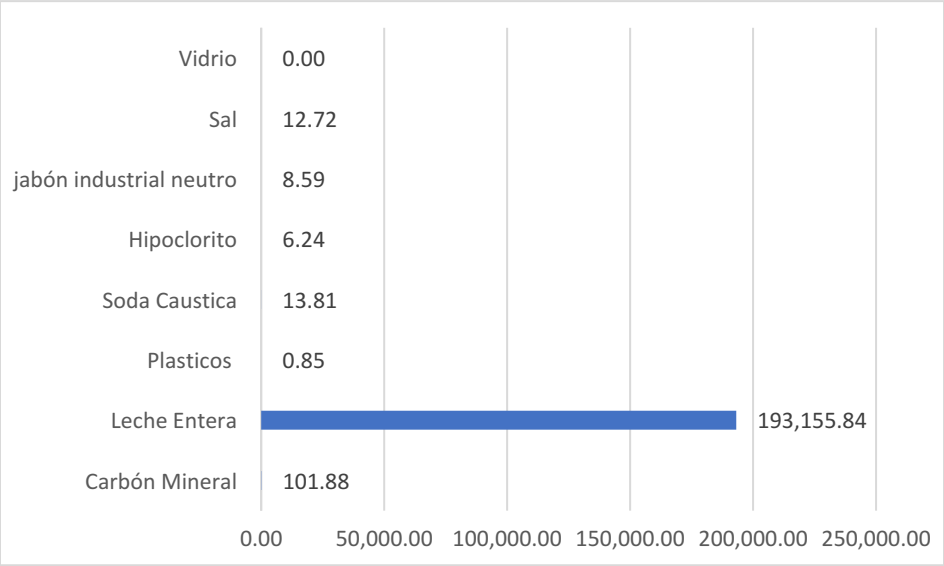
La huella hídrica indirecta total asciende a 193.299,93 m^3/año, lo que confirma que la mayor presión hídrica asociada a la operación de SAN ANDRÉS EU se concentra en su cadena de suministro, y no en la operación directa.

El análisis muestra una clara dominancia del componente verde (185.107,68 m^3/año; 95,77 % del total indirecto), derivado del uso de agua lluvia en la fase primaria de producción de leche, especialmente para el crecimiento de pasturas y suplementación alimentaria del ganado. Este comportamiento es consistente con plantas procesadoras lácteas y con las estimaciones internacionales de WFN.

La huella azul indirecta (6.329,25 m^3/año), si bien es significativamente menor en proporción, evidencia el uso de agua superficial o subterránea para bebida de ganado, lavado y apoyo productivo agrícola en la cadena logística de aprovisionamiento.

Finalmente, la huella gris indirecta (1.863,00 m³/año) refleja la carga contaminante generada en actividades ganaderas, particularmente derivada de estiércoles y manejo de residuos orgánicos, cuyo factor se expresa como el volumen teórico requerido para dilución de contaminantes en producción primaria.

Gráfica 1. Porcentaje de aporte a la huella hídrica indirecta total



Fuente: CAEM, 2025

Aunque la huella hídrica indirecta no es atribuible a consumos bajo control directo, sí es gestionable por influencia, lo que abre oportunidades estratégicas:

- Trazabilidad en proveedores de leche: Solicitar o promover prácticas baja-huella: pastoreo rotacional, optimización de forrajes, reducción de cargas orgánicas, ganadería regenerativa y monitoreo de fuentes hídricas.
- Control de pérdidas internas: Las mermas de leche y derrames incrementan demanda hídrica upstream y presión gris aguas abajo.
- Optimización de empaques: Reducción de gramaje, sustitución por PE reciclado o mono materiales.

- Gestión energética integral: Transición desde consumo de combustibles fósiles a energía eléctrica renovable mejora el perfil hídrico indirecto y emisiones asociadas.

9. HUELLA HÍDRICA TOTAL DE LA ORGANIZACIÓN

Los resultados de la huella hídrica total de una empresa corresponden a la suma de la huella hídrica total directa más (+) la huella Hídrica total indirecta, como se muestra a continuación:

$$Huella\ Hídrica\ Directa_{HHD} + Huella\ Hídrica\ Indirecta_{HHI} = Huella\ Hídrica\ Total_{HHT}$$

Para SAN ANDRÉS EU, se tiene la siguiente información:

Tabla 5. Resultados generales Huella Hídrica SAN ANDRÉS EU

Huella Hídrica Azul Directa Total (m3/año)	Huella Hídrica Verde Directa Total (m3/año)	Huella Hídrica Gris Directa Total (m3/año)	Huella Hídrica Directa Total (m3/año)	Huella Hídrica Azul Indirecta Total (m3/años)	Huella Hídrica Verde Indirecta Total (m3/año)	Huella Hídrica Gris Indirecta Total (m3/año)	Huella Hídrica Indirecta Total (m3/año)	Huella Hídrica Azul Total (m3/año)	Huella Hídrica Verde Total (m3/año)	Huella Hídrica Gris Total (m3/año)	Huella Hídrica Total (m3/año)
138	0	135,27	273,27	6.329,25	185.107,68	1.863,00	193.299,93	6.467,25	185.107,68	1.998,27	193.573,20
0,07%	0,00%	0,07%	0,14%	3,27%	95,63%	0,96%	99,86%	3,34%	95,63%	1,03%	100,00%

Fuente: CAEM, 2025

Con la información consolidada para SAN ANDRÉS EU, se evidencia que la huella hídrica total asciende a 193.573,20 m³/año. De este valor, la huella hídrica indirecta representa aproximadamente el 99,86 %, mientras que la huella hídrica directa aporta el 0,14 % restante. Este comportamiento es coherente con el perfil de una planta procesadora de leche, en la cual la mayor demanda hídrica se concentra en la producción primaria de la materia prima (cadena de suministro).

El componente con mayor contribución es la Huella Hídrica Verde Total, con 185.107,68 m³/año (95,63 %), asociada principalmente al uso de agua lluvia incorporada en la producción primaria de leche (forrajes y alimentación del ganado). En segundo lugar, se ubica la Huella Hídrica Azul Total, con 6.467,25 m³/año (3,34 %), que integra tanto el consumo directo de agua para la

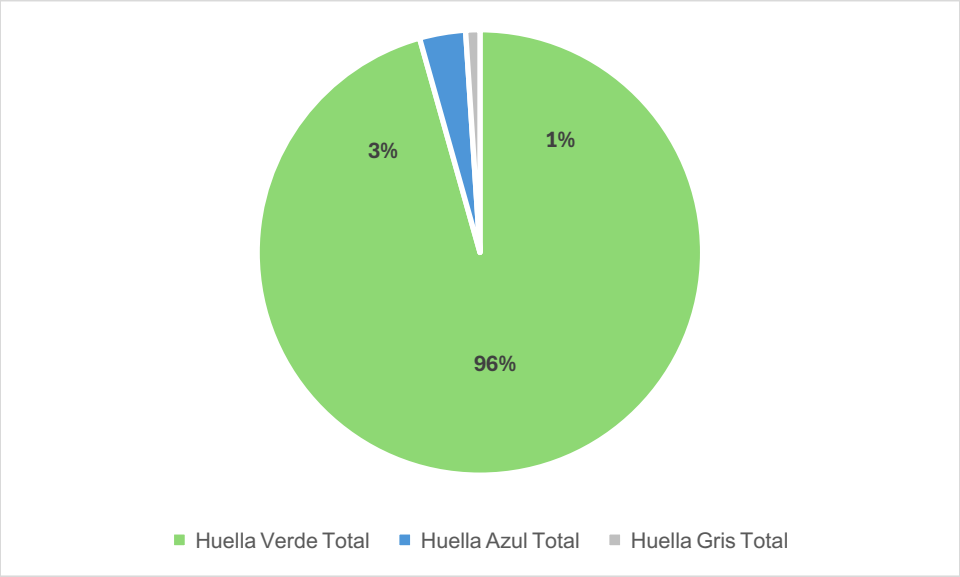
operación del establecimiento como el uso indirecto de agua superficial o subterránea en la generación de insumos, energía y servicios a lo largo de la cadena de suministro.

La Huella Hídrica Gris Total corresponde a 1.998,27 m³/año (1,03 %), explicada por la fracción gris indirecta asociada a la producción ganadera y, en el componente directo, por la huella gris del vertimiento calculada a partir de la caracterización de aguas residuales de 2025. Aunque su participación relativa es baja, este componente resulta crítico para el cumplimiento normativo y el desempeño del sistema de tratamiento y del alcantarillado público receptor.

La Huella Hídrica Directa Total, de 273,27 m³/año (0,14 %), tiene un peso reducido frente a la huella total; sin embargo, constituye el ámbito donde la organización cuenta con mayor capacidad de gestión inmediata, a través de medidas de uso eficiente del agua, control de pérdidas, optimización de ciclos de lavado y fortalecimiento del tratamiento de aguas residuales.

.

Gráfica 2. Porcentajes distribución de la Huella Hídrica Total SAN ANDRÉS EU



Fuente: CAEM, 2025

La gráfica muestra que el componente con mayor aporte a la huella hídrica total corresponde a la Huella Hídrica Verde, derivada principalmente de la producción primaria de leche cruda. Este comportamiento

es característico en plantas de transformación láctea, debido al uso intensivo de agua lluvia incorporada en la producción de pasturas y alimentación del ganado, actividades que ocurren fuera del establecimiento pero que están asociadas a la materia prima utilizada.

El segundo aporte más relevante es la Huella Hídrica Azul, que integra tanto el consumo directo de agua en planta como el uso indirecto asociado a procesos de la cadena de suministro. Aunque su magnitud es significativamente menor frente al componente verde, representa una extracción real del recurso hídrico, por lo que constituye un indicador clave para la gestión operativa y la selección de proveedores.

Por ultimo, la Huella Hídrica Gris presenta el aporte más bajo al total, explicado por el volumen teórico de agua requerido para diluir la carga contaminante generada tanto en el vertimiento industrial como en actividades ganaderas asociadas. Aun con una contribución menor, este componente mantiene relevancia ambiental, dado que se encuentra directamente relacionado con el cumplimiento normativo y con la capacidad del sistema receptor para asimilar contaminantes.

10. EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA

La evaluación de huella hídrica busca interpretar los resultados obtenidos (azul, verde y gris) a la luz de criterios de sostenibilidad. En el enfoque de la Water Footprint Network (WFN), la sostenibilidad debe analizarse de manera contextual, considerando no solo el volumen de huella, sino también el entorno donde ocurre (disponibilidad del recurso, capacidad de asimilación, presiones por uso del agua y sensibilidad ambiental). En este sentido, la evaluación incorpora dimensiones ambientales, sociales y económicas, y reconoce que los impactos pueden presentarse en distintos niveles y para diferentes componentes (verde, azul y gris).

Para el alcance de este informe, la evaluación se centra en la sostenibilidad ambiental, mediante: (i) verificación del comportamiento del vertimiento frente a límites normativos de referencia aplicables al sector, y (ii) identificación de factores operativos y de trazabilidad que condicionan la robustez del resultado (p. ej., estimación de caudal, vigencia del monitoreo).

10.1. Evaluación de Sostenibilidad Ambiental

La evaluación de sostenibilidad ambiental se desarrolla a partir del cumplimiento de la normativa aplicable al vertimiento del establecimiento. SAN ANDRÉS EU descarga sus aguas residuales al alcantarillado público municipal (Emservilla SA ESP), previo paso por trampa de grasas; no se dispone de medición directa del caudal en punto de descarga, por lo cual se adoptó un caudal mensual estimado (Q = 104,19 m^3/año) basado en caudal de caracterización y frecuencia operativa declarada.

De acuerdo con la Resolución 0631 de 2015, para vertimientos realizados al sistema de alcantarillado público, el Artículo 16 establece que los valores máximos permisibles del sector se consideran con un factor de 1,5 respecto a los valores definidos para vertimiento a cuerpo de agua superficial. En consecuencia, para la evaluación de cumplimiento se comparan los resultados del establecimiento una vez se tengan los resultados se incluirá el análisis de este apartado.

10.2. Evaluación de Sostenibilidad Económica

La evaluación de sostenibilidad económica se determina a partir del peso del costo del agua dentro de los costos totales de producción del establecimiento en el mes evaluado. Este indicador permite dimensionar la sensibilidad económica de la operación frente a incrementos tarifarios, variaciones de consumo y medidas de eficiencia.

Tabla 6. SAN ANDRÉS EU

CO	COSTO MES
Costo Económico Agua	**8.297**
Costo de Producción	**0,00**
Porcentaje del costo del agua con respecto a los costos de producción	N/A%

Fuente: CAEM, 2025

Para el caso de SAN ANDRÉS E.U., no se dispone de información relacionada con el volumen de consumo de agua. No obstante, se identificó como prestador de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo a EMSERVILLA S.A. E.S.P., y con base en el estudio tarifario vigente fue posible establecer el precio por metro cúbico (m^3) correspondiente a los servicios de acueducto y alcantarillado.

Adicionalmente, no se cuenta con el porcentaje (%) del costo del agua respecto a los costos de producción, dado que se trata de una entidad prestadora de servicios, la cual desarrolla múltiples actividades y no posee una producción de bienes cuantificable que permita realizar este tipo de análisis económico. En este contexto, la evaluación del consumo y del impacto económico del recurso hídrico se ve limitada, lo que resalta la importancia de fortalecer los sistemas de medición y registro que permitan mejorar la trazabilidad y la gestión del agua en el futuro.

10.3. Evaluación de Sostenibilidad Social

La evaluación de sostenibilidad social se relaciona con el porcentaje del consumo de agua de la organización con respecto al total de demanda social del recurso. Un mayor porcentaje indica una menor disponibilidad de agua para la demanda social. Según los criterios definidos, porcentajes superiores al 1% reflejan un consumo alto y por lo tanto una significativa reducción de disponibilidad de agua para satisfacer demanda social.

Tabla 7. SAN ANDRÉS EU

	Incluyendo Bogotá	Sin Incluir Bogotá
Demanda de agua de una persona de la cuenca (m3 persona/día)	**0,07**	**0,07**
Total, de Personas que Habitan la Cuenca (habitantes)	**7.400.000**	**1.000.000**

Variable	Resultado
Demanda Social de Agua en la Cuenca Incluyendo Bogotá (m3/mes)	**15.984.000,00**

	Incluyendo Bogotá	Sin Incluir Bogotá
Demanda Social de Agua en la Cuenca Sin Incluir Bogotá (m3/mes)		**2.160.000,00**
Consumo de Agua Operacional (m3/año)		**138**
Porcentaje del consumo de agua de la organización con respecto a la demanda social (Incluyendo Bogotá)		**0,000026%**
Porcentaje del consumo de agua de la organización con respecto a la demanda social (Sin Incluir Bogotá)		**0,000194%**

Fuente: CAEM, 2025

El consumo de agua del establecimiento (138 m^3/mes) representa 0,000341% de la demanda social estimada incluyendo Bogotá y 0,002524% sin incluir Bogotá. Ambos valores están muy por debajo del umbral operativo del 1%, por lo que, bajo este criterio, el consumo hídrico de la planta no genera una reducción significativa de disponibilidad para la demanda social. No obstante, el análisis social debe leerse en conjunto con la evaluación ambiental del vertimiento (calidad del efluente), ya que los impactos sociales pueden presentarse no solo por cantidad consumida sino por presiones asociadas a la contaminación.

11. CONCLUSIONES

- La huella hídrica total estimada para SAN ANDRÉS EU es de 193.573,20 m³/año, resultado de la integración de la huella directa (273,27 m³/año) y la huella indirecta (193.299,93 m³/año). El balance confirma que la huella total está determinada casi en su totalidad por la cadena de suministro, mientras que la operación interna representa una proporción marginal del total evaluado.
- El componente con mayor contribución corresponde a la huella hídrica verde asociada a la producción primaria de leche cruda, debido al uso de agua lluvia en la fase agrícola y ganadera del sistema productivo. En segundo lugar, se ubica la huella azul (directa más indirecta), vinculada a la captación de agua en planta y al uso en procesos externos, seguida por un aporte menor de huella gris, que representa el volumen requerido para asimilar cargas contaminantes tanto en origen como en el vertimiento industrial.
- Si bien la huella hídrica directa presenta una participación reducida en el total estimado, constituye el único componente bajo control operativo inmediato. El resultado directo integra el consumo neto de agua en planta y la carga orgánica generada en el vertimiento. La huella verde directa permanece nula debido a la ausencia de captación de agua lluvia o actividades agropecuarias dentro del establecimiento.
- La evaluación se desarrolló a escala global del establecimiento debido a la ausencia de micromedición interna, separación de consumos por proceso y registro continuo del caudal de descarga. Aunque el cálculo incorpora caracterización físico-química reciente del vertimiento, mejorar la frecuencia y trazabilidad del monitoreo permitirá aumentar la confiabilidad de futuros análisis y hacer seguimiento a la efectividad de las medidas implementadas.
- El análisis financiero asociado al consumo de agua es limitado por la falta de indicadores internos que permitan relacionar el costo del recurso con unidades de producción, turnos operativos o volumen procesado. En consecuencia, no es posible determinar la incidencia real del uso del agua en la estructura de costos del establecimiento ni evaluar escenarios comparativos de eficiencia.
- Desde una perspectiva territorial, el volumen anual consumido por el establecimiento se encuentra muy por debajo de niveles que generen presión cuantitativa relevante sobre la disponibilidad hídrica local. No obstante, el manejo del vertimiento continúa siendo un aspecto crítico, dado que la carga orgánica y los sólidos resultantes del proceso pueden ejercer presión

sobre los sistemas de tratamiento y el cuerpo receptor si no se mantienen controles adecuados y medidas de mejora continua.

12. RECOMENDACIONES FINALES

En un mundo cada vez más consciente de la importancia de la sostenibilidad, reducir la huella hídrica de una empresa dedicada a la fabricación de productos de limpieza es crucial para minimizar su impacto ambiental, por lo que la gestión eficiente del agua no solo es crucial para el medio ambiente, sino que también contribuye a la construcción de una imagen positiva para las empresas con el objetivo de cumplir con las expectativas de sostenibilidad que solicitan los clientes cada vez más. En línea con lo anterior se presentan algunas recomendaciones para promover la reducción de la huella hídrica SAN ANDRÉS EU, por lo que se presentan algunas recomendaciones a continuación:

- Optimizar el uso del agua en el proceso administrativos: acorde a los análisis de consumo realizados bajo las dos áreas de mayor relevancia en la empresa es necesario revisar el porqué de los consumos altos en las zonas administrativas, identificar áreas donde se pueda reducir el consumo de agua y buscar las mejores alterativas para que, desde los colaboradores, se genere conciencia frente al consumo del recurso hídrico y por consiguiente buscar la reducción de este.

- Buscar la reducción de consumos de insumos con menor huella hídrica: Evalúa y selecciona materias primas que requieran menos agua en su producción. Esto podría implicar trabajar con proveedores que implementen prácticas sostenibles en la gestión del agua.

- Llevar registros de insumos adicionales usados en cada actividad: realizar inventarios de insumos necesarios en temas de lavado de autos, manipulación y mantenimiento de estos, con el fin de contar con información detallada de cada uno de los insumos y conocer su impacto en el cálculo de huella hídrica.

- Educación y concienciación del personal: Capacita a los empleados sobre la importancia de conservar el agua y cómo pueden contribuir a reducir el desperdicio en sus actividades diarias.

- Implementar sistemas de monitoreo y medición: Instala sistemas de monitoreo para identificar y corregir fugas, así como para controlar el consumo de agua en tiempo real. Esto puede ayudar a identificar áreas de mejora y a tomar medidas correctivas de manera oportuna.

- **Promover el uso responsable del agua entre los consumidores:** Educa a tus clientes sobre cómo utilizar tus productos de manera eficiente, lo que puede incluir proporcionar instrucciones claras de dosificación y consejos para minimizar el desperdicio de agua durante la limpieza.

- **Certificaciones y estándares de sostenibilidad:** Busca certificaciones y adhiérete a estándares de sostenibilidad reconocidos que incluyan criterios relacionados con la gestión del agua, lo que puede ayudar a mejorar la reputación de tu empresa y demostrar tu compromiso con la protección del medio ambiente.

Al implementar estas medidas, tu empresa puede reducir significativamente su huella hídrica y contribuir a la conservación de este recurso vital.

BIBLIOGRAFÍA

AGROBIT. (16 de Mayo de 2008). *Composición de la leche y valor nutritivo.* Recuperado el 30 de 03 de 2019, de http://www.agrobit.com/info_tecnica/ganaderia/prod_lechera/ga000002pr.htm

ARÉVALO URIBE, D. (2012). *Una mirada a la agricultura de Colombia desde su Huella Hídrica.*

AREVALO, J., VELEZ, J., & TAMAYO, J. (2013). Uso efiiciente del agua para el cultivo de rosa cv. Freedom bajo invernadero. *Revista Brasilera de Ingeniería agrícola y ambiental*.

Arjen , H., Ashok , C., Maite , M., & Mesfin, M. (2001). *Water Footprint Network.* Recuperado el 2023, de Arjen Y. Hoekstra, Ashok K. Chapagain, Maite M. Aldaya: https://www.waterfootprint.org/resources/TheWaterFootprintAssessmentManual_Spanish.pdf

COLLEL, M. (16 de Mayo de 2008). *Estrés por calor - Agua, el elemento imprescindible.* Recuperado el 26 de 03 de 2019, de https://www.3tres3.com/articulos/estres-por-calor-agua-el-elemento-imprescindible_4268/

CORMACARENA. (2015). Guía Ambiental para sistemas de producción porcícola en el departamento del Meta.

EUROPEA, C. (2014 - 2019). *PLATAFORMA EUROPEA SOBRE LA EVALUACIÓN DEL CICLO DE VIDA*.

FAO. (2006). Coeficiente de cultivo de clavel.

HOESKSTRA. (2011). *Manual de la Red Internacional de Huella Hídrica Water Footprint Network.* UNESCO-IHE Institute for Water Education .

JARAMILLO R., A. (2006). Evapotranspiración de referencia en la Región Andina de Colombia.

JIMENEZ, A. (2003). *El agua en la alimentaciòn bovina.*

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL FEDEGAN CIPAV & CORPOICA. (2012). Alternativas para enfrentar una sequía prolongada en la ganadería colombiana. Obtenido de https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/El%20Agua%20en%20Porcicultura.pdf

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. (2018). *Resoluciòn 40184 de 2018.*

Morales Aguilera , C. A. (Ed.). (s.f.). Recuperado el Noviembre de 2023, de SCRIBD: https://es.scribd.com/document/466936908/Evaluacio-n-de-la-huella-hi-drica-industria-automotriz-ciclista

NREL. (2012). *BASE DE DATOS DE INVENTARIO DE CICLO DE VIDA DE LOS ESTADOS UNIDOS.*

Rivas, S. (2017). Descripción de la empresa PRODUCTOS LACETEOS DOÑA VACA . Bogotá.

RONCALLO, B., SIERRA, A., & CASTRO, E. (2012). Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidadcomposicional y producción de leche en el Caribe seco. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria* .

SOLLA NUTRICIÓN ANIMAL. (s.f.). *El Agua en Porcicultura*. Obtenido de https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/El%20Agua%20en%20Porcicultura.pdf

TECNIAMSA. (2017). *TECNIAMSA S.A - ESP, Grupo Sala.* Recuperado el 14 de 04 de 2017, de http://tecniamsa.com/

UMA, U. A. (2009). *La crisis mundial del agua.*

UNIVERSIDAD DE CALDAS. (2016). *Evaluación de las propiedades fisicas y químicas de residuos sólidos orgánicos a emplearse en la elaboración de papel.*

UNIVERSIDAD TECNÓLOGICA DE PEREIRA. (2008). Obtenido de http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/1277/62815C268.pdf;jsessionid=3CE68C773B528C4ED932E9BBF0DC297B?sequence=1

VALENCIA ARTUNDUAGA & GORDILLO. (2008). Evaluación ambiental de los usos potenciales de la porcinaza posterior a su tratamiento de estabilización. Recuperado el 2008

VALENCIA, A. &. (2008). Evaluación ambiental de los usos potenciales de la porcinaza posterior a su tratamiento de estabilización. Obtenido de http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21739/41101215_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CORPORACIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL

Una filial de:

Cámara de Comercio de Bogotá

Síguenos en redes sociales

caemcorporacion

Corporación Ambiental Empresarial - CAEM