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

CÁLCULO DE HUELLA HÍDRICA CORPORATIVA

ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS

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 EFICIENCIAEN 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 18
7.2. Huella Hídrica directa verde 19
7.3. Huella Hídrica directa Gris 19
8. HUELLA HÍDRICA INDIRECTA 21
9. HUELLA HÍDRICA TOTAL DE LA ORGANIZACIÓN 24
10. EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA 26

10.1. Evaluación de Sostenibilidad Ambiental 26

Aspectos que condicionan. 26

10.2. Evaluación de Sostenibilidad Económica 28

10.3. Evaluación de Sostenibilidad Social 28

11. CONCLUSIONES 29

BIBLIOGRAFÍA 31

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Información general ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS 10

Tabla 2. Resultados huella hídrica directa ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS 18

Tabla 4. Consumo de materias primas, insumos y servicios ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS 21

Tabla 5. Resultados generales Huella Hídrica ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS 24

Tabla 6. ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS 28

Tabla 7. ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS 29

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Porcentaje de aporte a la huella hídrica indirecta total 22

Gráfica 2. Porcentajes distribución de la Huella Hídrica Total ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS 25

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación geográfica ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS 11

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

La Asociación Agroindustrial Las Cuatro Natas es una organización dedicada a la elaboración, transformación y comercialización de productos lácteos ubicada en el municipio de Villapinzón, departamento de Cundinamarca. Su actividad productiva consiste en el procesamiento de leche cruda para la generación de derivados lácteos, con distribución principalmente en el mercado regional y un reconocimiento creciente en la cadena láctea local.

El portafolio de productos abarca diferentes referencias, entre las cuales se destacan el queso doble crema, queso campesino y queso ricotta producido a partir de suero, así como crema de leche. Estos productos se comercializan en presentaciones enteras y porcionadas, lo cual implica la operación simultánea de varias líneas de proceso y la gestión de requisitos diferenciados de control de calidad e inocuidad.

Las operaciones se desarrollan en una planta de procesamiento dotada con áreas para recepción de materia prima, pasteurización, transformación, empaque y almacenamiento en frío, además de espacios destinados al soporte técnico y administrativo. El ciclo productivo incluye actividades como recepción y verificación de leche, pasteurización, cuajado, desuerado, moldeado, enfriamiento, empaque y conservación en cadena de frío, conforme al tipo de producto elaborado. El suero generado constituye un subproducto relevante que es valorizado en parte para la producción de ricotta, mientras que el excedente se deriva a usos agropecuarios en predios asociados.

En relación con su capacidad operativa, la Asociación procesa un volumen promedio mensual cercano a 96.000 litros de leche, lo cual sostiene la producción continua de derivados lácteos tradicionales. Este volumen requiere la rotación programada del equipamiento, rutinas estrictas de limpieza y la coordinación secuencial de operaciones en una planta de tamaño intermedio.

El equipo humano que soporta las actividades principales está conformado por cuatro (4) trabajadores operativos vinculados de manera directa a las actividades de producción, limpieza, empaque, almacenamiento y apoyo logístico. Adicionalmente, la Asociación está integrada por dieciséis (16) asociados, quienes participan en actividades de dirección, toma de decisiones y apoyo administrativo sin

permanencia continua en planta. La planta opera regularmente de lunes a sábado, conforme a la normativa laboral vigente y a las necesidades de abastecimiento.

Tabla 1. Información general ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS

VARIABLE	VALOR	UNIDAD
Producción mensual promedio	96.000 aprox.	Litros/mes
Costo de producción	N/A	$/mes
Número de instalaciones, procesos o áreas en los que puede dividir su actividad	1 (planta de proceso)	N/A
Número total de empleados administrativos	0	Personas
Número de empleadas administrativas	0	Personas
Número de empleados administrativos	0	Personas
Horarios administrativos	N/A	N/A
Número total de empleados operativos	4	Personas
Número de empleadas operativas	N/A (no discriminado)	Personas
Número de empleados operativos	4	Personas
Horarios operativos	6 días/semana – 8 horas/día	N/A
Número total de empleados	4 (directos)	Personas
Fuente principal del consumo de agua	Acueducto veredal Aso San Pablo	N/A
Porcentaje fuente principal respecto al uso total administrativo	100	%
Fuente secundaria del consumo de agua	Captación de aguas lluvias	N/A
Porcentaje fuente secundario respecto al uso total administrativo	N/A (no aplica para administrativos)	%

1.1. Ubicación

La Asociación Agroindustrial Las Cuatro Natas se encuentra ubicada en la vereda San Pablo, sector Las Pilas, jurisdicción rural del municipio de Villapinzón, departamento de Cundinamarca, Colombia.x

De acuerdo con la cartografía oficial y la zonificación del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio, el predio se encuentra ubicado en suelo rural clasificado como Zona de Desarrollo Agropecuario con Restricciones (DA-cr). Esta categoría corresponde al subgrupo agropecuario con restricciones, el cual permite la ejecución de actividades primarias y agroindustriales asociadas a la transformación de

productos de origen pecuario, siempre bajo cumplimiento de la normatividad técnica y ambiental vigente.

La localización de la planta es consistente con la vocación productiva del área, dado que desde esta sede se realizan actividades de recepción de materia prima, procesamiento de productos lácteos, almacenamiento en frío, empaque y despacho, así como labores administrativas básicas relacionadas con la operación.

La siguiente imagen identifica la ubicación geográfica del predio dentro del territorio municipal y confirma su clasificación de uso del suelo:

Ilustración 1. Ubicación geográfica ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS



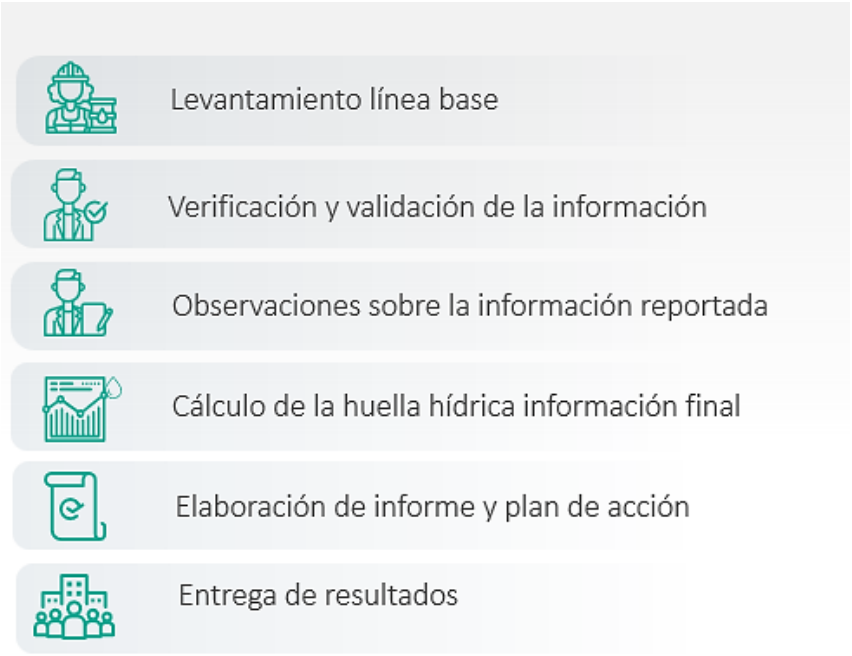
Fuente 1. Google Earth 2025

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 ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS 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 LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S ubicada en el municipio de Villapinzón, 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 7/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 ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS, bajo el referente metodológico Water Footprint Network.

5.2. Seguimiento de consumos a través del tiempo

Dado el compromiso de la empresa ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS ,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 ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS, 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.

ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS, 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 ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS, 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 ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS[2]

PROCESO O ÁREA	Huella Hídrica Azul Directa Total (m^3/año)	Huella Hídrica Verde Directa Total (m^3/año)	Huella Hídrica Gris Directa Total (m^3/año)
Operación total del establecimiento (planta + soporte)	~0,00	0	7.773,36
TOTAL	**~0,00**	**0**	**7.773,36**

Con base en estos resultados, la huella hídrica directa anual del establecimiento se estima en 7.773,36 m^3/año, correspondiente en su totalidad al componente gris. No se registra huella azul directa neta ni contribución verde directa. El parámetro crítico para la huella gris es la DBO_5, con una concentración de 500 mg/L frente a un valor de referencia adoptado de 450 mg/L para vertimientos no domésticos a alcantarillado, lo que determina la mayor demanda teórica de agua para dilución en el cálculo de huella gris.

7.1. Huella Hídrica directa azul

El consumo de agua de acueducto veredal del establecimiento corresponde a 290 m^3/mes, equivalente a 3.480 m^3/año de agua azul utilizada en las operaciones de proceso, lavado/CIP, servicios sanitarios y actividades de apoyo. Este volumen representa el uso bruto de agua potable asociado al funcionamiento del establecimiento.

[2] Nota: el establecimiento registra un consumo bruto de agua de acueducto de 3.480 m³/año (290 m³/mes). Sin embargo, al comparar este volumen con el caudal de vertimiento, la huella hídrica azul directa neta calculada bajo la metodología WFN (retiros – retornos disponibles) se aproxima a 0 m³/año, dado que el volumen de agua azul que ingresa al sistema es devuelto al alcantarillado, mezclado con otras corrientes de proceso.

No obstante, al aplicar la metodología Water Footprint Network, la huella hídrica azul directa se define como el consumo neto de agua azul, entendido como la diferencia entre los retiros de la fuente y los retornos que permanecen disponibles en el sistema. En este caso, el caudal de vertimiento caracterizado (583 m^3/mes) es superior al volumen de agua de acueducto registrado, debido a la mezcla con lactosuero y otras corrientes que no corresponden a agua azul de abastecimiento. Bajo este contexto y en ausencia de información que permita discriminar con precisión la fracción evaporada o incorporada al producto, se considera que el volumen de agua azul suministrado retorna en su totalidad al sistema a través del vertimiento tratado, por lo que la huella hídrica azul directa neta se aproxima a 0,00 m^3/año.

En términos de gestión interna, esto no significa que el uso de agua sea irrelevante, sino que el impacto principal no se asocia a la depleción del recurso hídrico azul, sino a la calidad del efluente. Las oportunidades de mejora se orientan a reducir el volumen de agua requerido por unidad de producto mediante la optimización de los ciclos de lavado y CIP, la estandarización de tiempos y secuencias y el control de equipos de limpieza, sin comprometer las condiciones de inocuidad del proceso.

7.2. Huella Hídrica directa verde

La huella hídrica verde directa es 0,00 m^3/año (0,00 %). Este resultado indica que, dentro del alcance operativo del establecimiento, no se utiliza agua lluvia como fuente de abastecimiento ni existe un sistema estructurado de captación y aprovechamiento de precipitación para actividades internas. Asimismo, la asociación se dedica a la transformación de derivados lácteos y no tiene bajo su control directo actividades agropecuarias en las que la precipitación deba contabilizarse como componente verde. En consecuencia, el componente verde no contribuye a la huella hídrica directa del periodo evaluado, en coherencia con un esquema de abastecimiento basado exclusivamente en acueducto veredal.

7.3. Huella Hídrica directa Gris

La huella hídrica gris directa del establecimiento corresponde a 7.773,36 m^3/año, lo que representa el 100 % de la huella hídrica directa. Este valor evidencia que la presión ambiental asociada a la operación se concentra en la carga contaminante del efluente, principalmente carga orgánica y sólidos vinculados

a pérdidas de producto, arrastres de proceso y operaciones de lavado/CIP. La descarga se realiza al sistema de alcantarillado con tratamiento, contando con una trampa de grasas como etapa de pretratamiento antes de la entrega al sistema.

Para este componente, el parámetro crítico es la DBO_5, al presentar la mayor relación respecto al criterio de comparación adoptado en el cálculo: DBO_5 = 500 mg/L frente a un Cmax de 450 mg/L, coherente con un escenario de referencia para vertimientos no domésticos a alcantarillado según la Resolución 631 de 2015. Este parámetro determina la mayor demanda teórica de agua para dilución y, en consecuencia, el valor de la huella hídrica gris directa del establecimiento.

Desde la perspectiva de gestión, la reducción de este componente se logra principalmente mediante:

I. disminución de pérdidas de leche y producto terminado, con segregación de corrientes de alta carga antes de su mezcla con aguas de lavado;
II. optimización de los ciclos de CIP, incluyendo control de concentraciones, tiempos y secuencias de enjuague para reducir arrastres; y
III. operación y mantenimiento adecuados de la trampa de grasas y demás elementos de pretratamiento, de forma que se minimice el aporte de sólidos, grasas y carga orgánica al sistema de alcantarillado y, por extensión, al cuerpo receptor final.

8. HUELLA HÍDRICA INDIRECTA

La huella hídrica indirecta corresponde al volumen de agua asociado a la producción de materias primas, insumos y servicios necesarios para la operación del establecimiento, cuya generación ocurre fuera de su control directo (cadena de suministro). En ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS, este componente está dominado por la leche cruda procesada, dado que la etapa agropecuaria concentra la mayor parte del uso de agua en la cadena láctea, especialmente en el componente verde asociado al crecimiento de pasturas y alimentación del ganado.

Para la estimación se utilizaron los consumos anuales derivados de los registros operativos (con base en los valores mensuales representativos) y se aplicaron factores de referencia de la Water Footprint Network (WFN) para la leche cruda, así como factores de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para electricidad, empaques plásticos y productos químicos de limpieza/CIP. Los resultados se expresan en m^3/año, en coherencia con el consolidado de huella hídrica directa.

Tabla 4. Consumo de materias primas, insumos y servicios ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS

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)
Leche cruda recibida (WFN)	t/año	1.152,00	94.464,00	1.021.824,00	58.752,00	**1.175.040,00**
Electricidad red (NREL)	kWh/año	24.084,00	385,34	96,34	0	**481,68**
Empaques PE total (LCA)	kg/año	36	3,24	0	3,24	**6,48**
Químicos CIP total* (PEFCR / factor por defecto)	kg/año (eq)	3.054,00	3,84	0	3,6	**7,44**
TOTAL	—	—	**94.856,42**	**1.021.920,34**	**58.758,84**	**1.175.535,60**

** Químicos CIP total: estimación conjunta equivalente de los productos de limpieza y desinfección utilizados en planta, a partir de los consumos mensuales (soda cáustica, hipoclorito y detergentes). Este valor puede refinarse con fichas técnicas específicas (densidad y porcentaje de ingrediente activo).*

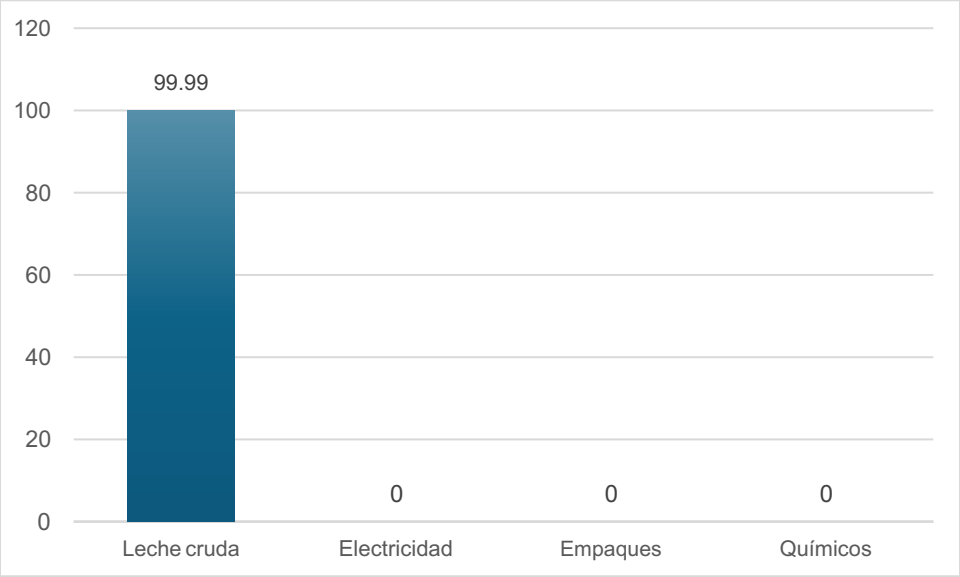
Predominio de la leche cruda como insumo principal es la leche cruda procesada aporta alrededor de $1{,}18 \times 10^6$ m^3/año, lo que equivale a prácticamente la totalidad de la huella hídrica indirecta (≈ 99,9 %). Este resultado confirma que la mayor presión sobre el recurso hídrico asociada a la operación de la planta se origina en la etapa primaria de producción de leche, y no en las actividades industriales al interior del establecimiento. El componente verde es el predominante, asociado al uso de agua en la producción de forrajes, alimentación y mantenimiento del hato.

La electricidad, los empaques plásticos y los productos de limpieza/CIP presentan contribuciones muy bajas en relación con la leche cruda:

- Electricidad: del orden de 10^2 m^3/año.
- Empaques PE: unos pocos m^3/año.
- Químicos CIP: del orden de 1 dígito m^3/año.

Estos insumos representan una fracción menor del total; sin embargo, su cuantificación garantiza la completitud del cálculo y aporta información útil para la gestión de eficiencia energética, optimización de empaques y uso racional de químicos.

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



Aun cuando la huella hídrica indirecta se genera fuera del control operativo directo del establecimiento, puede reducirse mediante acciones de influencia en la cadena de suministro y mejoras internas de rendimiento:

- Incorporar criterios básicos de manejo hídrico y buenas prácticas ganaderas en la relación comercial, priorizando proveedores que evidencien avances en uso eficiente del agua y manejo de pasturas.
- Al mejorar el rendimiento por litro de leche procesada, se disminuye la demanda de leche por unidad de producto final y, por tanto, la huella hídrica indirecta asociada.
- Revisar gramajes y alternativas tecnológicas que mantengan la inocuidad del producto, reduciendo al mismo tiempo el uso de material plástico.
- Aunque su peso hídrico es marginal frente a la leche cruda, la optimización de electricidad y químicos mejora el desempeño ambiental integral y la eficiencia operativa.

9. HUELLA HÍDRICA TOTAL DE LA ORGANIZACIÓN

Los resultados de la huella hídrica total de una empresa corresponden a la sum 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 ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS., se obtuvieron los resultados generales que se presentan en la Tabla 5.:

Tabla 5. Resultados generales Huella Hídrica ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS

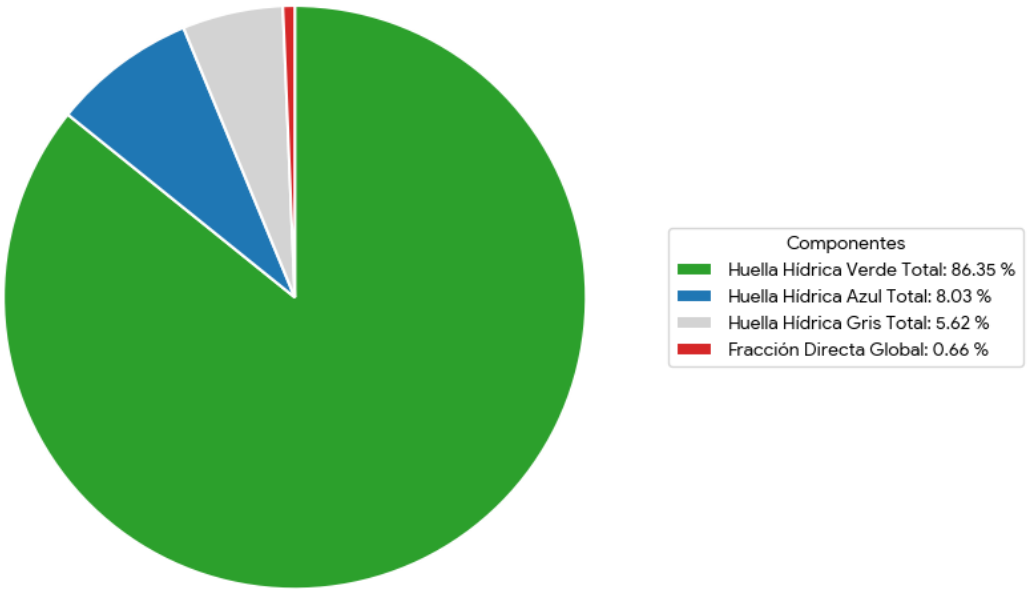
Huella Hídrica Azul Directa Total (m3/ año)	Huella Hídrica Verde Directa Total (m3/ año)	Huella Hídrica Gris Directa Total (m3/ año)	Huella Hídrica Directa Total (m3/ año)	Huella Hídrica Azul Indirecta Total (m3/ año)	Huella Hídrica Verde Indirecta Total (m3/ año)	Huella Hídrica Gris Indirecta Total (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)
0	0	7.773,36	7.773,36	94.995,24	1.021.920,36	58.758,72	1.175.674,32	94.995,24	1.021.920,36	66.532,08	1.183.447,68
0%	0%	0,66%	0,66%	8,03%	86,35%	4,97%	99,34%	8,03%	86,35%	5,62%	100 %

Con la información consolidada para ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS se evidencia que la huella hídrica total asciende a 1.183.447,68 m³/año, de los cuales:

- La huella hídrica indirecta representa el 99,34 % (1.175.674,32 m³/año), lo que es consistente con una planta procesadora de leche en la que la mayor presión hídrica se concentra en la producción primaria de la leche cruda (cadena agropecuaria).
- La Huella Hídrica Verde Total es de 1.021.920,36 m³/año (86,35 %) y constituye el componente predominante, asociado al agua de lluvia incorporada en la producción de pasturas y en la alimentación del ganado.

- La Huella Hídrica Azul Total corresponde a 94.995,24 m³/año (8,03 %), dominada por la fracción azul indirecta de la leche cruda y, en proporciones menores, por los aportes de energía y otros insumos industriales.
- La Huella Hídrica Gris Total asciende a 66.532,08 m³/año (5,62 %). Este valor se explica principalmente por la fracción gris indirecta de la leche cruda (carga contaminante asociada a la actividad agropecuaria) y, de forma complementaria, por la huella gris directa del vertimiento de planta estimada a partir del monitoreo disponible.
- La Huella Hídrica Directa Total es de 7.773,36 m³/año (0,66 %). Aunque su peso relativo frente al total es bajo, constituye el componente sobre el cual la organización tiene mayor capacidad de intervención operativa inmediata, a través de medidas de eficiencia en el uso del agua, reducción de pérdidas de producto y mejora de la calidad del efluente.

Gráfica 2. Porcentajes distribución de la Huella Hídrica Total ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS



La Gráfica 2 evidencia que la huella hídrica total de ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS está dominada por la Huella Hídrica Verde Total (86,35%), asociada principalmente a la producción primaria de la leche cruda y al uso de agua lluvia incorporada en la alimentación del ganado. En segundo lugar se ubica la Huella Hídrica Azul Total (8,03%), determinada por la fracción azul de la leche cruda y aportes menores de insumos y energía empleados en planta. El componente gris representa un 5,62% del total, explicado principalmente por la carga contaminante asociada a la actividad agropecuaria y complementado por la descarga industrial. Finalmente, la Huella Hídrica Directa equivale únicamente al 0,66%, confirmando que el establecimiento tiene una incidencia mínima sobre la huella total y que el mayor impacto se concentra en la cadena de suministro láctea.

10. EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA

La evaluación de la huella hídrica tiene como propósito interpretar los resultados obtenidos (azul, verde y gris) a la luz de criterios de sostenibilidad y de consistencia técnica. Bajo el enfoque de la Water Footprint Network (WFN), la sostenibilidad debe analizarse de manera contextual, considerando no solo los volúmenes estimados, sino también las condiciones en las que ocurre el uso del agua y la descarga (tipo de receptor, presiones sobre el recurso y capacidad de asimilación). 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 al receptor (alcantarillado), y (ii) identificación de factores de trazabilidad que condicionan la robustez del resultado (vigencia del monitoreo y estimación del caudal).

10.1. Evaluación de Sostenibilidad Ambiental

La evaluación de sostenibilidad ambiental se desarrolla a partir del desempeño del vertimiento frente a la normativa aplicable. ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS. descarga sus aguas residuales al alcantarillado público municipal (EMPZ), con trampa de grasas como tratamiento primario previo a la entrega al sistema. El establecimiento no dispone de medición directa del caudal en el punto de descarga; por ello, para el análisis de huella y balance hídrico se adoptó un caudal mensual estimado (Q) asociado al consumo vigente de acueducto (periodo representativo 2025), manteniendo consistencia con la relación de retorno observada en la caracterización 2024, mientras se confirma mediante aforo o medición directa.

De acuerdo con la Resolución 0631 de 2015, para vertimientos al sistema de alcantarillado público, el Artículo 16 establece la referencia sectorial aplicable, y para efectos de esta evaluación se comparan los resultados del establecimiento con el límite de referencia ajustado al receptor (alcantarillado), de acuerdo con el criterio aplicado en la caracterización.

PARÁMETRO	PARÁMETRO LEGISLACIÓN	PARÁMETROS VERTIMIENTO INDUSTRIAL ORGANIZACIÓN	
		RESULTADO ORGANIZACIÓN	EVALUACIÓN SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL
DBO_5 (mg/L)	250	500	En riesgo – supera límite de referencia
DQO (mg/L)	450	771	En riesgo – supera límite de referencia
SST (mg/L)	150	170	En riesgo – supera límite de referencia
Grasas y aceites (mg/L)	20	2,8	Cumple
N total (mg/L)	No exige límite	13,3	Reportado sin restricción
P total (mg/L)	No exige límite	41,6	Reportado sin restricción
Tensioactivos (mg/L)	No exige límite	2,3	Reportado sin restricción
pH	6 – 9	4,86	No cumple rango
Temperatura (°C)	40	No reportado	ND
Otros parámetros (metales, fenoles, CN)	N/R	N/R	No evaluados

Los valores del monitoreo utilizados para la estimación de la huella gris directa (7.773,36 m^3/año) muestran que el efluente industrial presenta concentraciones de DBO_5, DQO y SST por encima de los límites sectoriales establecidos para descarga a alcantarillado público. Adicionalmente, el pH operativo se encuentra fuera del rango permitido (4,86 frente al intervalo 6–9). Estas condiciones explican el predominio del componente gris dentro de la huella hídrica directa, ya que la carga orgánica y la acidez del efluente incrementan el volumen teórico requerido para su dilución. Los demás parámetros analizados no cuentan con límite normativo específico para el receptor, pero se reportan para trazabilidad técnica. En conjunto, los resultados indican baja holgura operativa y la necesidad de control y estabilización del proceso de lavado/CIP para evitar ampliaciones del componente gris en periodos posteriores.

10.2. Evaluación de Sostenibilidad Económica

La sostenibilidad económica en el uso del recurso hídrico se evalúa considerando la participación del costo del agua dentro de los costos operativos del establecimiento. Este indicador permite estimar la sensibilidad frente a variaciones tarifarias y el potencial ahorro derivado de medidas de eficiencia. Para ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS, el análisis se basó en la facturación del periodo representativo, con registro de consumo real y valor pagado.

Tabla 6. ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS

VARIABLE	COSTO MES
Costo económico del agua (COP/mes)	**$140.650**
Costo de Producción	**0,00**
Porcentaje del costo del agua respecto al costo total (%)	N/A

Actualmente no es posible estimar la proporción del costo del agua frente al costo total de operación, ya que el establecimiento no cuenta con información consolidada de costos de producción para el periodo evaluado. No obstante, el consumo facturado permite establecer una línea base económica para priorizar acciones de eficiencia hídrica. Dado el volumen consumido (87 m^3/mes), la reducción de costos por ahorro volumétrico es incremental; en consecuencia, los beneficios económicos más relevantes se asocian a acciones que reduzcan pérdidas de producto, minimicen arrastres durante el proceso y disminuyan cargas contaminantes del efluente, reduciendo riesgos operativos y posibles costos regulatorios futuros.

10.3. Evaluación de Sostenibilidad Social

La sostenibilidad social se analiza mediante la comparación del consumo del establecimiento con una aproximación de la demanda social del sistema abastecido, entendiendo que una mayor proporción implica mayor presión sobre el recurso disponible para consumo humano. El indicador es de aproximación, dado que no se cuenta con balance hídrico territorial detallado para la zona. Para este análisis se utilizó el consumo real reportado en facturación (87 m^3/mes) y un requerimiento estándar de 0,07 m^3/persona/día.

Demanda social estimada = población × 0,07 m^3/persona/día × 30 días/mes

**Demanda social estimada = población × 0,07 m³/persona/día × 30 días/mes.*

Tabla 7. ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS

Escenario poblacional	***Población (hab)***	***Demanda social estimada (m³/mes) ****	***% consumo del establecimiento***
Incluyendo Bogotá	7.400.000	15.540.000	0,00056 %
Sin incluir Bogotá	1.000.000	2.100.000	0,00414 %

Bajo ambos escenarios, el consumo del establecimiento representa una fracción muy inferior al 1% de la demanda social estimada, indicando que desde la perspectiva cuantitativa el volumen utilizado no compite significativamente con el recurso destinado al consumo humano. No obstante, la sostenibilidad social también depende de la calidad del vertimiento y la capacidad del sistema de alcantarillado para gestionar la carga aportada. Por tanto, los resultados deben analizarse de forma complementaria con el desempeño ambiental de la descarga y con oportunidades de mejora operativa que reduzcan cargas al sistema público.

11. CONCLUSIONES

- La huella hídrica total anual estimada para ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LAS CUATRO NATAS es de 1.183.447,68 m³/año, resultado de la suma de la huella hídrica directa (7.773,36 m³/año; 0,66 %) y la huella hídrica indirecta (1.175.674,32 m³/año; 99,34 %). Esto confirma que el desempeño hídrico de la organización está determinado casi en su totalidad por la cadena de suministro de leche cruda, mientras que las operaciones internas de planta representan una fracción muy reducida de la huella total.

- La huella hídrica verde total es el componente predominante, con 1.021.920,36 m³/año (86,35 %), asociada principalmente a la producción primaria de la leche cruda (uso de agua lluvia en pasturas y alimentación del ganado). La huella hídrica azul total corresponde a 94.995,24 m³/año (8,03 %) y la huella gris total a 66.532,08 m³/año (5,62 %); ambos componentes están dominados por la fracción indirecta de la leche cruda, reflejando el uso de agua superficial/subterránea en la cadena agropecuaria y el potencial de deterioro de calidad por cargas orgánicas y nutrientes.

- La huella hídrica directa tiene una participación baja en el total (7.773,36 m^3/año; 0,66 %), pero concentra el control operativo inmediato del establecimiento. Dentro de este componente no se identifican aportes azul ni verde (0,00 m^3/año), ya que no existe captación propia ni aprovechamiento de aguas lluvias; la huella directa es exclusivamente gris, asociada al vertimiento industrial calculado a partir del caudal de descarga estimado y de los parámetros de calidad medidos en laboratorio (DBO_5 = 500 mg/L, DQO = 771 mg/L, SST = 170 mg/L, entre otros), lo que resalta la importancia de reducir pérdidas de producto y optimizar las operaciones de lavado/CIP.

- El análisis se desarrolló a escala global de planta debido a la ausencia de micromedición por áreas o procesos y a que el caudal de vertimiento se estimó a partir del comportamiento de consumo y descarga. Esta condición introduce incertidumbre en el detalle por proceso, pero se manejó mediante un balance hídrico coherente con la información disponible. Se recomienda, como acciones prioritarias de mejora en trazabilidad: (i) instalar micromedición en puntos críticos (CIP, servicios, líneas de proceso), (ii) implementar aforos o medición directa del caudal en el punto de descarga, y (iii) actualizar periódicamente el monitoreo de vertimientos para respaldar la estimación de la huella gris y el cumplimiento normativo.

- Desde la perspectiva económica, la facturación vigente registra un consumo de 87 m^3/mes con un costo mensual del agua de 140.650 COP, aunque no es posible determinar el porcentaje de este costo frente al costo total de producción debido a la ausencia de información contable consolidada. En términos de sostenibilidad social, el consumo del establecimiento representa entre 0,00056 % y 0,00414 % de la demanda social estimada según el escenario poblacional considerado, lo que indica una presión cuantitativa muy baja sobre el recurso destinado a consumo humano. No obstante, la gestión de la calidad del efluente y la reducción de la carga contaminante siguen siendo aspectos críticos para prevenir impactos indirectos sobre el sistema de alcantarillado y el entorno.

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