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 EL NOGAL S.A.S

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 10
1.1. Ubicación 11
2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO 13
3. OBJETIVO DEL REPORTE 15
3.1. Objetivos específicos 15
4. COBERTURA 15
4.1. Cobertura Temporal 15
4.2. Cobertura Técnica 15
5. DESCRIPCIÓN DEL AÑO BASE Y SEGUIMIENTO A LOS CONSUMOS 16
5.1. Descripción del año base seleccionado 16
5.2. Seguimiento de consumos a través del tiempo 16
5.3. Frecuencia del Informe 17
5.4. Responsables 17
6. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN BASE 17
7. HUELLA HÍDRICA DIRECTA 19
7.1. Huella Hídrica directa azul 20
7.2. Huella Hídrica directa verde 21
7.3. Huella Hídrica directa Gris 21
8. HUELLA HÍDRICA INDIRECTA 22
9. HUELLA HÍDRICA TOTAL DE LA ORGANIZACIÓN 25
10. EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA 27

10.1. Evaluación de Sostenibilidad Ambiental 27
Aspectos que condicionan. 29
10.2. Evaluación de Sostenibilidad Económica 29
10.3. Evaluación de Sostenibilidad Social 30
11. CONCLUSIONES 31
BIBLIOGRAFÍA 33

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Información general LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S 11
Tabla 2. Resultados huella hídrica directa LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S 20
Tabla 4. Consumo de materias primas, insumos y servicios LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S 22
Tabla 5. Resultados generales Huella Hídrica LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S 25
Tabla 6. LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S 29
Tabla 7. LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S 30

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Porcentaje de aporte a la huella hídrica indirecta total 23
Gráfica 2. Porcentajes distribución de la Huella Hídrica Total LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S 26

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación geográfica LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S 12

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: Indicador del uso de agua dulce que considera tanto el uso directo como el uso indirecto del recurso hídrico por parte de un consumidor o productor, a lo largo de la cadena de suministro de bienes y servicios.

HUELLA HÍDRICA AZUL: Volumen de agua superficial y subterránea consumida a lo largo de la cadena de suministro de un producto u organización. El consumo se refiere a la fracción de agua extraída que no retorna al mismo cuerpo de agua o cuenca de captación, debido a evaporación, incorporación al producto o transferencia a otra cuenca.

HUELLA HÍDRICA VERDE: Volumen de agua de lluvia consumida, almacenada en el suelo y utilizada por la vegetación, en la medida en que no se convierte en escorrentía superficial ni recarga cuerpos de agua subterráneos.

HUELLA HÍDRICA GRIS: Volumen de agua dulce requerido para asimilar la carga de contaminantes generada por un proceso productivo, de tal manera que se mantengan las concentraciones de calidad del agua dentro de los límites establecidos por las normas ambientales vigentes, considerando las concentraciones naturales de fondo.

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).

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

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.

1. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

INDUSTRIAS LÁCTEAS EL NOGAL S.A.S. es una empresa colombiana dedicada a la elaboración, transformación y comercialización de productos lácteos, con sede principal en el municipio de Zipaquirá, departamento de Cundinamarca. La organización desarrolla actividades industriales asociadas al procesamiento de leche cruda, orientadas principalmente al mercado regional, con una trayectoria reconocida en la producción de derivados lácteos tradicionales.

La empresa cuenta con un portafolio diversificado de productos, que incluye diferentes tipos de quesos frescos y procesados, así como otros derivados lácteos. Entre los principales productos elaborados se encuentran el queso doble crema, queso campesino, queso ricotta (elaborado a partir de suero) y crema de leche, los cuales se comercializan en múltiples presentaciones y gramajes, tanto en formatos enteros como porcionados. Esta diversidad de productos implica la coexistencia de varias líneas productivas dentro de la planta, cada una con procesos específicos de transformación, manejo de materia prima y control de calidad.

Las operaciones productivas se desarrollan en una planta de procesamiento con infraestructura propia, que integra áreas de recepción de materia prima, laboratorio de control, zonas de proceso, empaque, almacenamiento en frío y áreas administrativas. La empresa ejecuta procesos continuos de producción que incluyen recepción y evaluación de la leche, pasteurización, cuajado, desuerado, moldeo, enfriamiento, empaque y almacenamiento, de acuerdo con el tipo de producto elaborado. Asimismo, se gestionan subproductos propios del proceso lácteo, como el suero, que forman parte del flujo operativo de la planta.

En términos de capacidad operativa, INDUSTRIAS LÁCTEAS EL NOGAL S.A.S. se abastece principalmente de leche entera como materia prima fundamental, procesando volúmenes representativos de este insumo de manera mensual para atender la demanda de su portafolio. La variedad de productos y presentaciones exige una organización interna que permita la rotación de líneas productivas, el uso de equipos especializados y la implementación de rutinas permanentes de limpieza y sanitización.

La empresa cuenta actualmente con un equipo aproximado de sesenta (60) 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 LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S

VARIABLE	VALOR	UNIDAD
Producción Mensual Promedio	2.366,33	kg/mes
Costo de Producción	121.000.000	$/mes
Numero de instalaciones, procesos o áreas en los que puede dividir su actividad	2	Procesos
Número total de empleados administrativos	10	Personas
Numero de empleadas administrativas	6	Personas
Número de empleados administrativos	4	Personas
Horario Administrativos	6	Días/semana
	8	Horas/día
Número total de empleados operativos	50	Personas
Numero de empleadas operativas	40	Personas
Número de empleados operativos	10	Personas
Horarios operativos	6	Días/semana
	8	Horas/día
Número total de empleados	65 Aprox	Personas
Fuente principal del consumo de agua	Acueducto municipal	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**: Elaborado a partir de la información suministrada por la empresa (2025).*

1.1. Ubicación

INDUSTRIAS LÁCTEAS EL NOGAL S.A.S. tiene como domicilio principal de su actividad productiva la dirección Calle 1 No. 1-40, barrio Pasoancho, en el municipio de Zipaquirá, departamento de Cundinamarca, Colombia.

La planta de procesamiento se localiza en un sector clasificado como Zona de Desarrollo, correspondiente al subgrupo agropecuario sin restricciones, de acuerdo con la zonificación del ordenamiento territorial municipal. Esta clasificación permite el desarrollo de actividades asociadas a la transformación de productos agroindustriales, como la producción de derivados lácteos, bajo las condiciones establecidas por la normativa local vigente. El predio donde opera la empresa no se encuentra categorizado como suelo urbano consolidado, sino en un área de transición destinada al desarrollo de actividades productivas, lo cual resulta coherente con el tipo de actividad económica que desarrolla la organización. Desde esta sede se ejecutan las actividades de recepción de materia prima, procesamiento de productos lácteos, empaque, almacenamiento y gestión administrativa.

A continuación, se presenta la ilustración de la ubicación geográfica de la empresa, la cual permite identificar la localización del predio dentro de la zonificación territorial del municipio y su relación espacial con el entorno inmediato.

Ilustración 1. Ubicación geográfica LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S



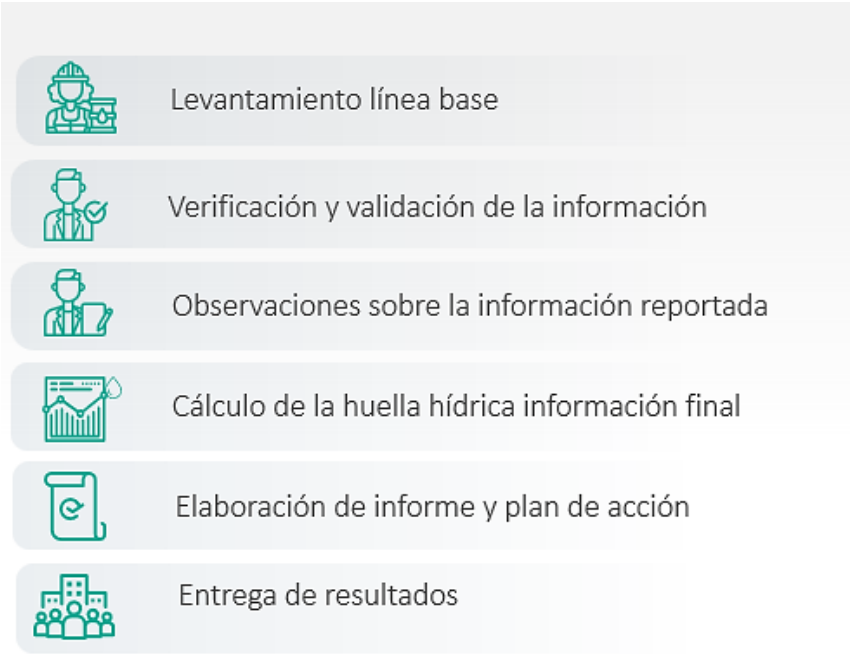
Fuente: *Google Maps 2025*

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 LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S 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 Zipaquirá, 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 considerado para la medición de la Huella Hídrica Empresarial se fundamenta en el uso de registros administrativos y elementos de medición disponibles en la organización, con el fin de garantizar la representatividad de los datos, la oficialidad de las cifras empleadas y la replicabilidad del ejercicio de cálculo.

De igual manera, se tuvo en cuenta la eficiencia del uso consuntivo del recurso hídrico, la cual se deriva de la diferencia entre el volumen de agua extraída y el volumen efectivamente consumido. En este contexto, se identifican pérdidas aparentes asociadas al sistema, las cuales no fueron incorporadas en su totalidad al cálculo de la huella hídrica, de acuerdo con la información disponible y los criterios metodológicos aplicados.

El alcance técnico del presente estudio comprende las actividades desarrolladas en el establecimiento de LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S., incluyendo las diferentes áreas operativas y de apoyo donde se ejecutan las actividades propias del proceso productivo, así como el reporte de información asociada a servicios complementarios tales como casino y labores de limpieza de instalaciones, entre otros.

Es importante señalar que la información utilizada fue suministrada directamente por la organización; por tanto, el nivel de incertidumbre de los datos se encuentra asociado a las capacidades internas de registro, consolidación y entrega de la información por parte de la empresa.

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 LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S, bajo el referente metodológico Water Footprint Network.

5.2. Seguimiento de consumos a través del tiempo

Dado el compromiso de la empresa LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S ,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 LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S., 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.

LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S., 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 LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S., 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 LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S

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)	81,53	0	250,12
TOTAL	81,53	0	250,12

Con base en los resultados, la huella hídrica directa anual del establecimiento se estimó en 331,66 m^3/año, con predominio del componente gris (250,12 m^3/año; 75,42%), seguido del componente azul (81,53 m^3/año; 24,58%) y sin contribución verde. Esta distribución es coherente con la operación láctea: la huella gris refleja la presión asociada a la carga orgánica del efluente (arrastres, pérdidas de producto y lavado/CIP), mientras que la huella azul representa el consumo neto de agua potable que no retorna al alcantarillado. El parámetro crítico para la huella gris fue la DQO, con 673 mg/L frente a un criterio de comparación de 675 mg/L, según el monitoreo 2024 (no vigente).

7.1. Huella Hídrica directa azul

La huella hídrica azul directa del establecimiento corresponde a 81,53 m^3/año, equivalente al 24,58 % de la huella hídrica directa. Este valor representa el consumo neto de agua potable que no retorna al sistema de alcantarillado en el periodo evaluado, asociado a fracciones no recuperables propias de la operación industrial, tales como la retención y arrastres en actividades de lavado y desinfección (CIP), la incorporación de agua en procesos y producto, la evaporación y los consumos internos asociados a servicios sanitarios y labores de limpieza general. En términos operativos, este resultado indica que el establecimiento retorna la mayor parte del volumen de agua abastecido y que las oportunidades de

reducción del componente azul se concentran en medidas de eficiencia de lavado y estandarización del CIP.

7.2. Huella Hídrica directa verde

La huella hídrica verde directa es 0,00 m³/año (0,00%). Este resultado significa que, dentro del alcance operativo del establecimiento, no se emplea agua lluvia como fuente de abastecimiento ni se evidencia un sistema de captación y aprovechamiento de precipitación para actividades internas. Asimismo, al tratarse de una operación de transformación industrial (sin actividad agropecuaria directa bajo control del establecimiento), la precipitación no constituye una fracción relevante del consumo directo. Por tanto, el componente verde no aporta a la huella hídrica directa del periodo evaluado, lo cual es coherente con un esquema de abastecimiento basado en acueducto.

7.3. Huella Hídrica directa Gris

La huella hídrica gris directa del establecimiento corresponde a 250,12 m³/año, equivalente al 75,42% de la huella hídrica directa. Este resultado evidencia que el desempeño ambiental directo está dominado por la carga contaminante del efluente (principalmente carga orgánica y sólidos asociados a pérdidas de producto, arrastres y operaciones de lavado/CIP), más que por el volumen neto consumido. La descarga se realiza a alcantarillado público y se reporta el uso de trampa de grasas como tratamiento primario previo a la entrega al sistema.

Para este componente, el parámetro crítico fue la DQO, al presentar la mayor relación respecto al criterio de comparación reportado en la caracterización: DQO = 673 mg/L frente a Cmax = 675 mg/L (monitoreo 2024 – no vigente, usado y declarado bajo la regla de trazabilidad).

En términos de gestión, la reducción de este componente se logra principalmente mediante: (i) control de pérdidas de leche/producto y segregación de corrientes con alta carga antes de su mezcla con aguas de lavado, (ii) optimización del CIP para disminuir arrastres y mejorar el control de enjuagues (incluyendo estandarización de concentraciones y tiempos), y (iii) operación y mantenimiento efectivos de la trampa de grasas para reducir el aporte de grasas y sólidos al sistema de alcantarillado.

8. HUELLA HÍDRICA INDIRECTA

Para el cálculo de la Huella Hídrica Indirecta de LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S. se consolidaron los consumos de materias primas, insumos y servicios asociados a la operación, entendiendo que este componente representa la huella generada fuera del control directo del establecimiento (cadena de suministro). En una planta procesadora de leche, la huella indirecta está determinada principalmente por la leche cruda recibida (upstream), dado que la producción primaria concentra la mayor parte del uso de agua, especialmente el componente verde asociado a la producción de alimento para el ganado. Para esta estimación se emplearon factores de referencia reconocidos (WFN para leche y factores LCA para energía e insumos), manteniendo consistencia anual.

De manera complementaria, los aportes de electricidad, químicos de limpieza/CIP y empaques plásticos tienden a ser marginales frente a la materia prima principal. En el caso de electricidad se aplicó un factor de conversión LCA (referencia NREL) para estimar el consumo hídrico asociado a la generación eléctrica. Para empaques y químicos se utilizaron factores LCA por defecto y supuestos de conversión de unidades, declarados como estimación de orden de magnitud.

Tabla 4. Consumo de materias primas, insumos y servicios LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S

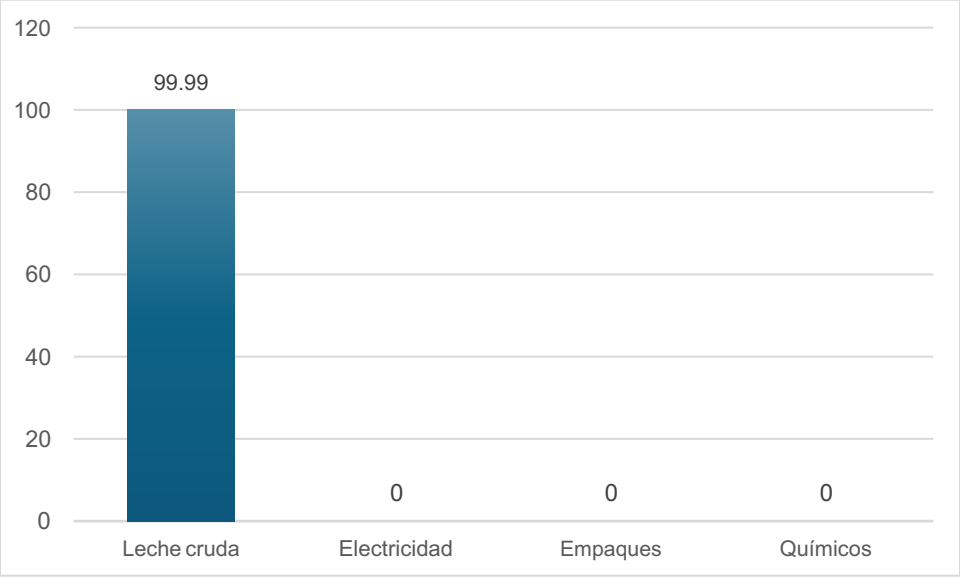
Materia Prima Consumida	Unidad	Total, Consumido	Huella Hídrica Azul Indirecta Total (m3/ año)	Huella Hídrica Verde Indirecta Total (m3/ año)	Huella Hídrica Gris Indirecta Total (m3/ año)	Huella Hídrica Indirecta Total (m3/ año)
Leche cruda recibida (WFN)	t/año	3.006,84	258.588,36	2.594.904,60	216.492,60	3.069.985,56
Electricidad red (NREL)	kWh/año	19.800	150,48	0	0	150,48
Empaques PE total (LCA)	kg/año	2.730,00	117,12	0	0	117,12
Químicos CIP total* (PEFCR / factor por defecto)	kg/año	1.128,00	0,72	0	0	0,72
TOTAL			**258.856,80**	**2.594.904,60**	**216.492,60**	**3.070.254,00**

** Químicos CIP total: 94 L/meses aproximados como 94 kg/mes (1 kg/L) para estimación de orden de magnitud. Este rubro puede refinarse al incorporar fichas técnicas (densidad, % de principio activo) y factores LCA específicos por sustancia (p. ej., hipoclorito, amonios cuaternarios, detergente alcalino/ácido).*

Predominio de la leche cruda (materia prima principal). La leche cruda recibida aporta 3.069.985,56 m³/año, equivalente a 99,99% de la huella hídrica indirecta total (3.070.254,00 m³/año). Este resultado confirma que la huella indirecta del establecimiento se concentra en la etapa primaria (producción de leche), particularmente en el componente verde, que representa la mayor fracción del total indirecto.

Aportes menores de servicios e insumos industriales. El consumo de electricidad aporta 150,48 m³/año; los empaques PE aportan 117,12 m³/año; y los químicos CIP aportan 0,72 m³/año. En conjunto, estos tres rubros representan aproximadamente 0,01% del total indirecto; por tanto, su variación no modifica la conclusión principal del análisis, aunque su gestión sigue siendo relevante para desempeño ambiental integral y mejora de eficiencia operativa.

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



Si bien la huella hídrica indirecta se origina fuera del control operativo directo del establecimiento, es gestionable por influencia mediante decisiones de compra y mejora del desempeño en la cadena de suministro. En el caso de LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S., las oportunidades con mayor impacto se orientan a:

- Trazabilidad y gestión de proveedores de leche: requerir información básica de prácticas productivas (alimentación, dependencia de riego, eficiencia de pasturas, manejo de estiércol/efluentes y estrategias de reducción de carga), priorizando relaciones comerciales con proveedores que evidencien mejoras medibles.
- Pérdidas y mermas en planta: reducir pérdidas de producto y arrastres mejora el rendimiento por litro de leche y, simultáneamente, reduce presión sobre la huella gris directa.
- Optimización de empaques: reducción de gramajes, estandarización de dimensiones y mejora del rendimiento por unidad de producto sin comprometer inocuidad.
- Eficiencia energética: aunque el aporte hídrico indirecto de electricidad es marginal frente a la leche, contribuye al desempeño ambiental integral del establecimiento.

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 LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S., se obtuvieron los resultados generales que se presentan en la Tabla 5.:

Tabla 5. Resultados generales Huella Hídrica LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S

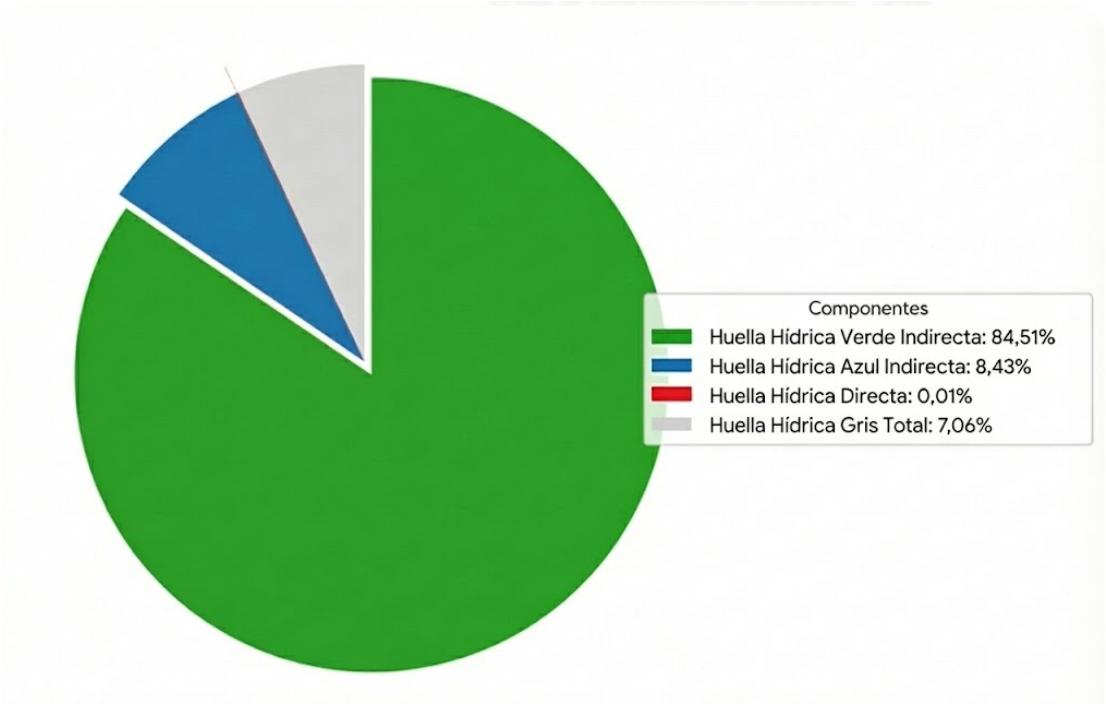
Huella Hídrica Azul Directa Total (m3/ año)	Huella Hídrica Verde Directa Total (m3/ año)	Huella Hídrica Gris Directa Total (m3/ año)	Huella Hídrica Directa Total (m3/ año)	Huella Hídrica Azul Indirecta Total (m3/ año)	Huella Hídrica Verde Indirecta Total (m3/ año)	Huella Hídrica Gris Indirecta Total (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)
81,53	0	250,12	**331,66**	258.856,80	2.594.904,60	216.492,60	**3.070.254,00**	**258.938,33**	**2.594.904,60**	**216.742,72**	**3.070.585,66**
0,00%	0,00%	0,01%	**0,01%**	8,43%	84,51%	7,05%	**99,99%**	**8,43%**	**84,51%**	**7,06%**	**100,00%**

Con la información consolidada para LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S., se evidencia que la huella hídrica total está determinada casi en su totalidad por la huella hídrica indirecta (99,99%). Este comportamiento es consistente con la metodología de la Water Footprint Network (WFN) aplicada a plantas de transformación láctea, en las cuales la mayor apropiación del recurso hídrico se concentra en la etapa de producción primaria de la leche cruda, correspondiente a la cadena de suministro. En el presente estudio, dicha etapa fue incorporada mediante el uso de factores de referencia secundarios reconocidos por WFN, dado que se encuentra fuera del control operativo directo del establecimiento.

- El componente con mayor contribución es la Huella Hídrica Verde Total con 2.594.904,60 m^3/año (84,51%), asociada al uso de agua lluvia incorporada en la producción primaria de la leche (forrajes/alimentación).

- En segundo lugar, se encuentra la Huella Hídrica Azul Total con 258.938,33 m³/año (8,43%), dominada por la fracción azul de la leche cruda y, en proporción marginal, por electricidad, empaques y químicos.
- La Huella Hídrica Gris Total corresponde a 216.742,72 m³/año (7,06%), explicada principalmente por la fracción gris indirecta de la leche cruda y, en el componente directo, por la huella gris del vertimiento (estimada con el monitoreo 2024 – no vigente).
- La Huella Hídrica Directa Total es de 331,66 m³/año (0,01%), por lo que su peso relativo en la huella total es bajo; no obstante, es el componente sobre el cual la organización tiene mayor capacidad de intervención operativa inmediata (eficiencia de uso de agua, control de pérdidas y mejora de la calidad del efluente).

Gráfica 2. Porcentajes distribución de la Huella Hídrica Total LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S



La **Gráfica 2** evidencia que la huella hídrica total de LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S. está dominada por la Huella Hídrica Verde Indirecta (84,51%), asociada a la producción primaria de la leche cruda (principalmente la fracción hídrica vinculada a la alimentación del ganado). En segundo término, se ubica la Huella Hídrica

Azul Indirecta (8,43%), correspondiente al componente azul de la leche cruda y aportes marginales de insumos y servicios. El remanente (7,06%) corresponde a la Huella Hídrica Gris Total, explicada mayoritariamente por la fracción gris indirecta de la leche cruda y, de forma complementaria, por la huella gris directa del vertimiento. Finalmente, la Huella Hídrica Directa representa una fracción mínima (0,01%), lo que confirma que el principal determinante de la huella total se localiza en la cadena de suministro, mientras que la intervención operativa inmediata se concentra en el control del consumo interno y la calidad del efluente.

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. LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S. descarga sus aguas residuales al alcantarillado público municipal operado por la Empresa Municipal de Servicios Públicos de Zipaquirá (EMPZ), contando con una 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 para un periodo representativo (2025), manteniendo consistencia con la relación de retorno observada en la caracterización del año 2024, mientras se confirma dicha estimación mediante aforo o medición directa.

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

PARÁMETRO	PARÁMETRO LEGISLACIÓN	PARÁMETROS VERTIMIENTO INDUSTRIAL ORGANIZACIÓN	
		RESULTADO ORGANIZACIÓN	EVALUACIÓN SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL
DQO	450	675	673
DBO_5	250	375	370
SST	150	225	220
Grasas y aceites	20	30	28
Sólidos sedimentables*	(según reporte lab)	(aplica según criterio)	<0,1 – 0,4
SAAM	ND (no se usa como VMP sectorial en 0631)	ND	1,3
Fósforo total	ND (no se usa como VMP sectorial en 0631)	ND	53,6
Nitrógeno total	ND (no se usa como VMP sectorial en 0631)	ND	3
Parámetros N/R (fenoles, formaldehído, HTP, CN, metales)	ND	ND	N/R
Temperatura (°C)	40	40	17,6 – 19,8

Con base en el monitoreo 2024 - no vigente, el vertimiento presenta cumplimiento para los parámetros típicamente limitantes del sector lácteo (DQO, DBO_5, SST y grasas y aceites) al comparar con el límite de referencia para descarga a alcantarillado. Sin embargo, los resultados de DQO, DBO_5 y SST se encuentran muy cercanos al límite, lo que evidencia una condición de baja holgura operativa y aumenta el riesgo de incumplimiento ante variaciones en la carga orgánica del efluente (p. ej., pérdidas de producto,

desviaciones del CIP, arrastre de sólidos o cambios en la operación). Esta misma cercanía al límite explica el predominio del componente gris dentro de la huella hídrica directa.

Aspectos que condicionan.

1. Vigencia del monitoreo: los valores analizados corresponden a 2024 y requieren actualización para soportar formalmente tanto el cumplimiento normativo como la huella gris directa del periodo representativo 2025.
2. Medición del caudal (Q): el caudal se trabajó como estimado asociado al consumo, por ausencia de aforo en descarga. Se recomienda implementar un esquema de medición directa o aforo periódico en el punto de vertimiento, para aumentar la trazabilidad del balance hídrico y reducir incertidumbre en la huella gris.

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 operación/producción del establecimiento, dado que este indicador permite dimensionar la sensibilidad económica frente a incrementos tarifarios, variaciones de consumo y medidas de eficiencia hídrica. Para el periodo representativo 2025, el costo del agua se toma de la facturación vigente del acueducto (promedio mensual equivalente).

Tabla 6. LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S

VARIABLE	COSTO MES
Costo económico del agua (COP/mes)	**81.808**
Costo de Producción	N/A (No *suministrado*)
Porcentaje del costo del agua respecto al costo total (%)	N/A

***Fuente**: Elaborado a partir de la información suministrada por la empresa (2025).*

Actualmente, no es posible calcular el porcentaje del costo del agua respecto al costo total debido a que el costo de producción/operación mensual no fue reportado o no se encuentra consolidado en los soportes suministrados para el periodo representativo. No obstante, el valor de facturación permite establecer una línea base para priorizar medidas de eficiencia: dado el bajo volumen de consumo

facturado (27,7 m³/mes), la reducción de costos por tarifa será incremental, mientras que los mayores beneficios económicos tienden a concentrarse en acciones que reduzcan pérdidas, mejoren el rendimiento del proceso y disminuyan cargas contaminantes (impacto indirecto en cumplimiento y gestión operativa).

10.3. Evaluación de Sostenibilidad Social

La evaluación de sostenibilidad social se relaciona con la proporción del consumo de agua del establecimiento respecto a una aproximación de la demanda social del recurso para la población considerada. Un mayor porcentaje implicaría una mayor presión relativa sobre el recurso disponible para consumo humano. Para este informe, el análisis se presenta como indicador de aproximación, dado que no se cuenta con delimitación hídrica específica (oferta/demanda local del sistema de abastecimiento) y, por tanto, el resultado no reemplaza una evaluación territorial detallada.

- Demanda diaria por persona: 0,07 m³/persona/día
- Consumo operacional del establecimiento: 27,7 m³/mes (periodo representativo 2025)

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

Tabla 7. LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S

Escenario poblacional	***Población (hab)***	***Demanda social estimada (m³/mes) ****	***% consumo del establecimiento***
Incluyendo Bogotá	7.400.000	15.540.000	0,000178%
Sin incluir Bogotá	1.000.000	2.100.000	0,001319%

Bajo este indicador, el consumo de agua del establecimiento (27,7 m³/mes) representa una fracción muy inferior al 1% de la demanda social estimada, tanto en el escenario que incluye Bogotá (0,000178%) como en el escenario sin incluir Bogotá (0,001319%). En consecuencia, desde la perspectiva de presión cuantitativa relativa, el consumo hídrico de la planta no sugiere una reducción significativa de disponibilidad para la demanda social. No obstante, este resultado debe leerse juntamente con la evaluación ambiental del vertimiento, dado que los impactos sociales pueden generarse no solo por

cantidad consumida, sino por presiones asociadas a la calidad del efluente y el desempeño del sistema de alcantarillado.

11. CONCLUSIONES

- La huella hídrica total anual estimada para LÁCTEOS EL NOGAL S.A.S. es de 3.070.585,66 m³/año, resultado de la suma de la huella hídrica directa (331,66 m³/año) y la huella hídrica indirecta (3.070.254,00 m³/año). En consecuencia, la huella total está dominada por el componente indirecto (99,99%), mientras que el componente directo representa aproximadamente 0,01% del total.
- El mayor aporte corresponde a la huella hídrica verde total con 2.594.904,60 m³/año (84,51%), asociada principalmente a la producción primaria de la leche cruda en la cadena de suministro. Los componentes azul total y gris total aportan 258.938,33 m³/año (8,43%) y 216.742,72 m³/año (7,06%), respectivamente, explicados mayoritariamente por la fracción indirecta de la leche cruda.
- Aunque la huella directa tiene baja participación en el total, concentra el control operativo inmediato. La huella directa se compone de huella azul directa de 81,53 m³/año (consumo neto estimado por balance hídrico con consumo vigente 2025) y huella gris directa de 250,12 m³/año, calculada con la calidad del efluente del monitoreo 2024 – no vigente (parámetro crítico: DQO) y un caudal mensual estimado asociado al consumo. La huella verde directa es 0,00 m³/año al no existir captación y uso de aguas lluvias dentro del alcance operativo.
- El análisis se desarrolló a escala global de planta debido a que no existe micromedición por procesos/áreas y el caudal de vertimiento no cuenta con medición directa; por ello se aplicó una estimación técnica consistente con el balance hídrico operativo y la información disponible. Adicionalmente, los parámetros del efluente utilizados corresponden a 2024 (no vigentes), por lo que se recomienda fortalecer la trazabilidad mediante: (i) micromedición en puntos críticos (CIP, servicios, producción), (ii) aforo o medición del caudal en descarga, y (iii) actualización del monitoreo de vertimientos en vigencia.
- Desde la perspectiva económica, con la facturación vigente disponible el costo mensual equivalente del agua es de 81.808 COP/mes; sin embargo, no es posible establecer el porcentaje del costo del agua respecto al costo total de producción/operación debido a que el costo mensual de producción

no se encuentra soportado en los insumos consolidados del periodo representativo. En sostenibilidad social, el consumo de agua del establecimiento (27,7 m^3/mes) se ubica ampliamente por debajo del umbral operativo del 1% frente a la demanda social estimada, lo que sugiere baja presión cuantitativa; no obstante, la gestión del vertimiento (carga orgánica y sólidos) sigue siendo crítica para reducir riesgo de incumplimiento y presiones indirectas sobre el sistema receptor.

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