

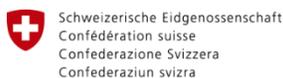


**ANÁLISIS DE HUELLA HÍDRICA EN
LOS CAMPOS DE CULTIVO DE ESPÁRRAGO DE CAMPOSOL
ACORDE A LA NORMA ISO 14046**

Documento elaborado para:



Un proyecto de:



Embajada de Suiza

**Agencia Suiza para el Desarrollo
y la Cooperación COSUDE**

Ejecutada por:



Con el apoyo científico:



Octubre de 2015

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

Este reporte es un producto del proyecto SuizAgua Andina Perú.

SuizAgua Andina Perú se constituye en una alianza público privada entre el Gobierno Suizo, a través de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), y 5 empresas líderes en Perú con el objetivo de medir y reducir su huella hídrica, ejecutar planes de responsabilidad social y ambiental enfocados en el tema de agua y diseminar nuevos conocimientos y demás desarrollos del proyecto. Este reporte ha sido preparado por la ONG Agualimpia, organismo ejecutor del proyecto por encargo de COSUDE, con la asesoría y apoyo científico de Quantis. Este y más productos de conocimiento desarrollados como parte del proyecto SuizAgua Andina son accesibles en www.suizagua.org. Por favor dirigir todas las consultas sobre este reporte a las oficinas de Camposol y/o ONG Agualimpia – equipo SuizAgua Andina Perú.

Samuel Dyer
Gerente General Camposol Perú
E-mail: sdyer@camposol.com.pe
Teléfono: 6347100

Mercedes Castro
Gerente General ONG Agualimpia
E-mail: mcastro@agualimpia.org
Teléfono: 2223605

Alejandro Conza, Jefe del Proyecto SuizAgua Andina Perú
E-mail: aconza@agualimpia.org
Teléfono: 2223605

Rony Laura, Ingeniero a cargo de la evaluación de huella hídrica
E-mail: rlaura@agualimpia.org
Teléfono: 2223605

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

Información de Proyecto

Título	SuizAgua Andina Perú Sector Privado
Título del reporte	Análisis de huella hídrica a los campos de cultivo de Espárrago de Camposol acorde a la norma ISO 14046
Empresa Socia de SuizAgua Andina Perú	Camposol
Declaración de responsabilidad	La información contenida en este reporte ha sido compilada y/o calculada de fuentes que se consideran creíbles. La aplicación de los datos es estrictamente bajo el criterio y la responsabilidad del lector, Agualimpia y COSUDE no son responsables de ningún daño causado por el uso de la información contenida en este documento.
Equipo del proyecto SuizAgua Andina Perú	<ul style="list-style-type: none"> - Alejandro Conza, Jefe del Proyecto SuizAgua Andina Perú (aconza@agualimpia.org) - Blanca Alfaro, Asistente de Ingeniería (balfaro@agualimpia.org) - Rony Laura, Asistente de Ingeniería (rlaura@agualimpia.org)
Revisor del reporte según ISO 14046 numeral 7.3	- Xavier Bengoa, consultor ACV de Quantis (xavier.bengoa@quantis-intl.com)
Representante Camposol empresa socia de SuizAgua Andina Perú	- Samuel Dyer, Gerente general de Camposol (sdyer@dcholding.com)
Equipo asesor en ISO 14046 – Quantis	<ul style="list-style-type: none"> - Samuel Vionnet, consultor ACV (samuel.vionnet@quantis-intl.com) - Simon Gmuender, consultor ACV (Simon.gmuender@quantis-intl.com)
Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación	<ul style="list-style-type: none"> - Jean-Gabriel Duss, Director de Cooperación – Programas Globales en la Región Andina (jean-gabriel.duss@eda.admin.ch) - Carla Toranzo, Oficial del Programa Global Agua en la Región Andina (carla.toranzo@eda.admin.ch)

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional		Reporte
		2013	Kg de espárrago		001

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	5
DEFINICIONES.....	11
1. INTRODUCCION	14
1.1. Descripción general del análisis de ciclo de vida y huella hídrica	15
1.2. Contexto y antecedentes.....	16
2. OBJETIVOS Y ALCANCE.....	18
2.1. Objetivos y aplicación prevista.....	18
2.2. Descripción General	18
2.3. Sistema de estudio y unidad funcional	19
2.4. Límites del Sistema	20
2.5. Regla de asignación.....	21
2.6. Datos de inventario, fuente e hipótesis.....	21
2.7. Principales datos y supuestos	22
2.7.1. Cadena de suministros	24
3. RESULTADOS.....	33
3.1. Balance Hídrico directo.....	33
3.2. Agua Consumida.....	34
3.3. Indicadores de Impacto	37
3.3.1. Índice de Impacto Hídrico (WIIX).....	37
3.3.2. Impactos potenciales en salud humana y calidad de los ecosistemas.....	38
4. DISCUSION.....	41
4.1. Agua consumida	42
4.2. Índice de impacto hídrico, WIIX.....	42
4.3. Impactos potenciales en salud humana y calidad de los ecosistemas.....	42
4.3.1. Impactos potenciales en la salud humana.....	42
4.3.2. Impactos potenciales en la calidad de los ecosistemas	43
4.4. Análisis de sensibilidad	43
5. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	45
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
8. CRITICAL REVIEW REPORT	49

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de insumos de la cadena de suministros.....	22
Tabla 2. Consideraciones y criterios generales de cálculo.....	23
Tabla 3. Consumo de Semillas de espárrago	24
Tabla 4. Consumo de Azufre polvo seco.....	24
Tabla 5. Consumo de cloruro de potasio.....	24
Tabla 6. Consumo de Daconil.....	25
Tabla 7. Consumo de Paecilomyces Lilacinus.....	25
Tabla 8. Consumo de Sulfato de cobre.....	25
Tabla 9. Consumo de Trichoderma SP.....	25
Tabla 10. Consumo de urea.....	26
Tabla 11. Consumo de agua.....	26
Tabla 12. Tipo de generación de energía eléctrica según International Energy Agency (IEA)	27
Tabla 13. Consumo de electricidad.....	27
Tabla 14. Consumo de combustible de camiones.....	27
Tabla 15. Consumo de combustible de motos.....	27
Tabla 16. Análisis de calidad de datos.....	31
Tabla 17. Detalle de consumo de agua por uso directo por producción de Espárrago.....	35
Tabla 18. Puntos críticos de análisis de huella hídrica Espárrago (2013).....	41
Tabla 19. Eficiencia de aplicación del agua según el método de riego.....	44
Tabla 20. Análisis de sensibilidad.....	44

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. La huella hídrica según la ISO 14046.....	
Figura 2. Esquema del sistema analizado para la medición de huella hídrica en Camposol.....	18
Figura 3. Descripción sintetizada del sistema de producción para el análisis de Huella Hídrica de espárrago.....	
Figura 4. Clasificación de los indicadores de punto final (Quantis).....	29
Figura 5. Balance hídrico directo de los campos por producción de 1 kilogramo de espárrago.....	33
Figura 6. Inventario de uso directo de agua.....	34
Figura 7. Agua consumida por kilogramo de espárrago - 2013.....	35
Figura 8. Fraccionamiento porcentual de consumo indirecto de agua.....	36
Figura 9. Consumo de agua en la cadena de suministros.....	36
Figura 10. Índice de Impacto Hídrico.....	37
Figura 11. Impacto potencial en la salud humana.....	38
Figura 12. Impacto Potencial en la calidad de los ecosistemas.....	

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

RESUMEN EJECUTIVO

SuizAgua Andina (SA) es un proyecto de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), mediante el cual Suiza aspira a contribuir con Chile y Perú en la mejor gestión de los recursos hídricos, uno de los desafíos más apremiantes para el desarrollo regional. El proyecto inicio en diciembre del 2012 y tiene una duración de 3 años.

SA tiene el objetivo principal de influenciar el dialogo político en Gestión Integrada de los Recursos Hídricos para asegurar un uso más sostenible del agua y evitar conflictos, el proyecto está basado en el concepto de huella hídrica. En Perú, SA tiene una línea específica de trabajo con el sector privado, con el objetivo de que las compañías clave adopten el concepto de huella hídrica para contribuir a la asignación más equitativa de los recursos hídricos disponibles y que el concepto y herramientas relacionadas a la huella hídrica, sean desarrolladas y diseminadas en la región Andina por actores empresariales clave con influencia en la región, de modo que puedan servir de modelo y así facilitar su escalamiento para lograr un mayor impacto en beneficio de las personas.

La metodología empleada para la medición de la huella hídrica, es acorde la norma ISO 14046:2014 de huella hídrica cuyo desarrollo fue apoyado por QUANTIS¹, e involucra la contabilidad del agua en los procesos productivos (análisis del inventario de huella hídrica), la evaluación de potenciales impactos causados por la huella hídrica y la interpretación de los resultados. Su enfoque metodológico se basa en el análisis de ciclo de vida (ACV) aplicado al uso del agua, calculando su consumo y contaminación en la cadena de valor de un producto o servicio, proceso u organización, además de los impactos potenciales en la salud humana y la calidad de los ecosistemas.

Camposol, empresa agroindustrial líder en el Perú, es el mayor exportador de espárragos. Está involucrada en el cultivo, procesamiento y comercialización de productos agrícolas de la mejor calidad tales como paltas, arándanos, uvas, mangos, pimientos, alcachofas, mandarinas y langostinos, que son exportados a Europa, Estados Unidos de América y Asia.

Camposol considera importante saber cuál es el consumo de agua y los impactos hídricos que genera la producción de un kilogramo de espárrago. A partir de estos resultados, Camposol i) implementará acciones dentro de la empresa y con sus proveedores para reducir su huella hídrica y ii) desarrollará proyectos de responsabilidad social corporativa en agua para compensar y mitigar sus impactos hídricos en las cuencas identificadas, beneficiando a la población de sus zonas de influencia.

¹ A través de la participación de Sebastien Humbert en el comité de desarrollo de la norma. Sebastien Humbert es Director Científico de Quantis International.

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

En el presente informe se indican las principales consideraciones y estimaciones usadas para determinar la Huella Hídrica de la producción de un kilogramo de espárrago en los campos de cultivo de Camposol ubicados en el distrito de Chao. Estos campos de cultivo se ubican en la cuenca Huamansaña, la cual tiene un índice de stress hídrico de 0.0812 (Pfister et. al 2009)). Su principal fuente de agua es superficial. Los principales insumos para la producción de espárrago son la Urea, Paecilomyces Lilacinus, azufre polvo seco, cloruro de potasio y trichoderma SP. El informe abarca el periodo comprendido entre Enero y Diciembre de 2013.

Objetivo y Alcance

Camposol definió como objetivo principal de este estudio analizar la huella hídrica de un kilogramo de espárrago fresco², producto obtenido en sus campos de cultivo ubicados en el distrito de Chao de la provincia de Virú en el departamento de la Libertad. A partir de los resultados de análisis de huella hídrica (consumos e impactos hídricos), Camposol se propone i) implementar acciones dentro de la empresa y con sus proveedores para reducir su huella hídrica y ii) desarrollar proyectos de responsabilidad social corporativa en agua para compensar y mitigar sus impactos hídricos en las cuencas identificadas.

Producto y definición del sistema.

El ciclo de vida del espárrago por ser una planta perenne puede dividirse en dos partes. Ciclo de ciclo de vida total y el ciclo de vida estacional.

El ciclo de vida total está caracterizado por tres etapas bien definidas. La primera, de implantación o de crecimiento activo, donde hay un predominante crecimiento radicular. La segunda etapa, llamada de producción o de máximo rendimiento, es donde precisamente se alcanzan los máximos rendimientos del cultivo, existe una demanda constante de agua y nutrientes y tiene un abundante sistema radicular (abarca del cuarto al octavo año). La tercera etapa o de producción decreciente, caracterizada por una disminución paulatina del rendimiento y de la demanda de agua y nutrientes, se deteriora el sistema radicular, hay suberización de tejidos, etc.

El ciclo vegetativo estacional, está referido a la campaña-cosecha, ésta puede ser anual, dos cosechas por año, tres cosechas en dos años, etc. En el Perú, se utilizan los tres esquemas mencionados y dependiendo de la estación de crecimiento pueden lograrse entre dos a cinco brotaciones sucesivas. Cada una de estas brotaciones constituyen a su vez un pequeño “ciclo de vida”, que difieren unos de otros en el tiempo de maduración, siendo siempre el primer brote después de la cosecha el que madura más rápidamente.

Para fines del estudio, se ha considerado el ciclo vegetativo estacional en el periodo de enero - diciembre de 2013.

² Se denomina fresco al espárrago recién cosechado

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

Se ha desarrollado la metodología propuesta en la norma ISO 14046; el sistema definido considera el ciclo vegetativo estacional, es decir “de la cuna a la puerta”.

Resultados generales

- Agua Consumida.** Según el análisis de huella hídrica efectuada, 1 kilogramo de espárrago producido durante el año 2013 en los campos de cultivo de Camposol requirieron de 1,319 litros de agua. El 99.15% del agua consumida proviene del uso directo. El 0.68% proviene de la cadena de suministros principalmente la Urea, utilizada como fertilizante. El 0.17% representa el uso indirecto (electricidad).
- Impacto Hídrico.** Este indicador relaciona la cantidad de agua consumida con el impacto por su degradación y por el stress hídrico en la zona de extracción. Según la evaluación de huella hídrica efectuada, 1 kilogramo de espárrago fresco producido durante el 2013 en los campos de cultivo de Camposol tiene un WIIX de 1.18×10^{-1} m³eqWIIX/Kg de espárrago. El 89.81% del impacto está asociado al consumo de agua para riego. El 2.36% está representado por el uso indirecto de agua (electricidad y combustibles) y 7.83% a la cadena de suministros. Este indicador debe su importancia a la contaminación y no al stress hídrico que presenta la cuenca en donde se ubica la empresa.
- Impacto en la Salud Humana.** El impacto potencial en la salud humana generado es 3.31×10^{-7} DALY/Kg de espárrago. El 65.94% de este valor corresponde al impacto producido en la cadena de suministros, el 31.83% del impacto se produce por el consumo directo y el 2.23% se produce por el consumo indirecto. De estos resultados también se ha concluido que el impacto ocasionado por la contaminación representa el 66.29% y el impacto producido por el consumo representa el 33.71%.
- Impacto en el Ecosistema.** El impacto potencial en el ecosistema generado es 6.22 PDF-m²-año/Kg de espárrago. El 99.41% de este valor corresponde al impacto producido por el consumo directo, el 0.12% corresponde al consumo indirecto y el 0.47% a la cadena de suministros. De estos resultados también se ha concluido que el impacto ocasionado por la calidad representa el 87.81% y es mayor que el impacto ocasionado por la disponibilidad que representa el 12.19%. El impacto más representativo es ocasionado por la eutrofización.
- Análisis de sensibilidad.** El agua es fundamental para el crecimiento de los cultivos de espárrago, el análisis de sensibilidad ha sido realizado comparando el sistema de riego utilizado por la empresa (goteo), versus los sistemas de riego por aspersión y surcos. El sistema de riego empleado por la empresa tiene una eficiencia de riego de 90%. El estudio demostró que el riego por goteo consume agua e impacta en menor proporción porque

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

los sistemas de riego por surcos tienen una eficiencia de riego de 45% y el sistema de riego por aspersión tiene una eficiencia de 75%. En conclusión el sistema de riego por goteo utiliza menor cantidad de agua e impacta menos que los otros dos sistemas.

Limitaciones

Los resultados presentados están limitados a los objetivos y alcances mencionados en este reporte. Algunas de las limitaciones en los resultados presentados son:

- No se ha considerado los insumos para el mantenimiento de los equipos y maquinarias existentes en la planta de producción ya que no superaron el 2% de importancia en la asignación por importancia de porcentajes en costos.
- En el análisis de los consumos indirectos, el grado de incertidumbre de los procesos seleccionados es medio, debido a que los procesos de producción usados como referencia (Dataset de Ecoinvent/Quantis) no son particulares de Perú. Se han utilizado factores de regionalización para adaptarlos.
- No se ha considerado el origen de los insumos en la cadena de suministros, se asumió como origen la ciudad local.

Conclusiones y Recomendaciones

Los campos de cultivo de Camposol, se encuentran en una zona con bajo indicador de escasez hídrica acorde a Pfister et al. (2009). El WSI del lugar tiene un valor de 0.0812 y se ubica en la región costera. El WSI estima el estrés hídrico asociado al suministro y la demanda de agua en una zona determinada. La magnitud del WSI de la zona donde se encuentran los campos de cultivo de Camposol, indica que el riesgo de agotamiento es mínimo.

Del análisis de huella hídrica se pudo identificar la importancia de la gestión del recurso hídrico de uso directo cuando se analizan los consumos de agua, índice de impacto hídrico e impactos potenciales al ecosistema. Los resultados muestran que se relacionan a los consumos directos de agua por riego del espárrago. Al realizar el análisis de sensibilidad se demostró que al utilizar sistemas de riego diferentes (tecnologías diferentes) la evaluación varía sustancialmente en sus principales conclusiones debido al aumento de consumo agua.

Las principales recomendaciones son:

- A pesar de que el sistema de riego por goteo es eficiente, la empresa podría explorar alternativas para mejorar la eficiencia de riego en las plantaciones del espárrago, principalmente por las pérdidas que pueden existir en los terminales de goteo o por exposición y daño en la red de mangueras.

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

- El sulfato de cobre cristalizado como fertilizante representa un elevado impacto en la salud humana, la empresa podría explorar productos alternativos
- La urea es el suministro que genera mayor impacto sobre la calidad del agua, en los ecosistemas, para reducir los consumos e impactos, la empresa podría explorar productos alternativos.
- La frecuencia y el tiempo de riego debe ser calculado de acuerdo a la necesidad del cultivo de esta manera se evita la descarga de agua innecesaria
- Si bien el índice de estrés hídrico es bajo, la importancia que tiene el agua para el riego de los cultivos hace importante que se concentren todas las acciones de reducción en la mejora y optimización del sistema de riego.

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

ABREVIACIONES Y ACRÓNIMOS

ACV	Análisis de Ciclo de Vida
BCR	British Retail Consortium
BSCI	Business Social Compliance Initiative
COSUDE	Agencia Suiza para la Cooperación y Desarrollo
DALY	Disability Adjusted Life years
GLO	Global
GRI	Global Reporting Initiative
HACCP	Hazard analysis and critical control points
IFS	International Food Standard
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
ISO	International Organization for Standardization
LCA	Life Cycle Assessment
LCI	Life Cycle Inventory
LDPE	Low-density polyethylene
MINAM	Ministerio del Ambiente
ONG	Organización no Gubernamental
PDF	Potentially Disappeared Fraction of species per m2 per year
PE	Perú
PTAR	Planta de tratamiento de agua residuales
RIL	Residuos industriales líquidos
SA	SuizAgua Andina
SEDAPAL	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado
SETAC	Society of environmental Toxicology and Chemistry
UF	Unidad Funcional
UNEP	The United Nations Environment Programme
WIIX	Water Impact Index
WSI	Water Stress Index

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

DEFINICIONES

*Las definiciones se basan en las normas ISO 14040/14044/14046.

Agua dulce (fresca): agua con una baja concentración de sólidos disueltos.

Agua subterránea: Agua retenida y que puede ser recuperada de una formación subterránea.

Agua superficial: Agua en flujo superficial y almacenada, como ríos y lagos, excluyendo el agua salada.

Análisis de Ciclo de Vida: recopilación y evaluación de las entradas, salidas y los potenciales impactos ambientales de un sistema productivo a lo largo de su ciclo de vida.

Análisis de Huella Hídrica: Recopilación y evaluación de las entradas, salidas y los potenciales impactos ambientales relacionados al agua usada o afectada por un producto, proceso u organización.

Análisis de inventario de Ciclo de Vida: Fase de la evaluación del ciclo de vida, incluye la recopilación y cuantificación de entradas y salidas para un producto durante su ciclo de vida.

Análisis de inventario de huella hídrica: fase de la evaluación de huella hídrica que incorpora la recopilación y cuantificación de entradas y salidas relacionadas con el agua para productos, procesos u organizaciones.

Análisis de los impactos de Huella Hídrica: Fase de la evaluación de huella hídrica, posterior al análisis de inventario de huella hídrica, ayuda a entender y evaluar la magnitud y el significado de los impactos potenciales ambientales relacionados al agua de un producto, proceso u organización.

Análisis integral de huella hídrica: evaluación de huella hídrica que considera todos los atributos ambientales relevantes o aspectos del ambiente natural, la salud humana y los recursos relacionados con el agua, incluyendo la disponibilidad y la degradación de la calidad del agua.

Calidad del agua: Características físicas, químicas y biológicas del agua con respecto a su idoneidad para un uso previsto por los seres humanos o ecosistemas.

Categoría de impacto: clasificación que representa aspectos ambientales de interés para asignar los resultados del análisis del inventario de ciclo de vida.

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

Categoría de punto medio: Variable intermedia que evalúa el riesgo asociado a las extracciones (entradas) y emisiones (salidas) relacionadas con una categoría de salida.

Categoría de punto final: atributo o aspecto del medio ambiente, la salud humana o los recursos, que identifica un problema ambiental de interés.

Ciclo de vida: etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema productivo, desde la adquisición de materias primas o la generación de los recursos naturales hasta la disposición final del producto.

Consumo de agua: extracción de agua en donde no hay devolución a la cuenca de origen, debido a que el agua es evaporada, evapotranspirada, incorporada a un producto, trasvasada de cuenca o vertida al mar.

Co-producto: Cualquiera de los productos procedentes del mismo proceso unitario o sistema de producto

Degradación de agua: cambio negativo en la calidad del agua.

Disponibilidad de agua: Grado en que los seres humanos y los ecosistemas tienen suficientes recursos para sus necesidades.

Escasez de agua: Medida en que la demanda de agua se compara con la reposición de agua en un área, por ejemplo, drenaje de una cuenca, sin considerar la calidad de agua.

Extracción de agua: Remoción antropogénica de cualquier cuerpo de agua, ya sea de manera temporal o permanente.

Huella hídrica: métricas que cuantifican los potenciales impactos ambientales relacionados con el recurso hídrico.

Indicador de categoría de impacto: representación cuantificable de una categoría de impacto.

Inventario de Huella Hídrica: Resultado del análisis de inventario de Huella Hídrica, incluye los flujos principales que son utilizados posteriormente para la evaluación de huella hídrica

Límites del sistema: conjunto de criterios que especifican qué unidades del proceso forman parte del sistema de producción o de las actividades de una organización.

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

Organización: Persona o grupo de personas que tienen sus propias funciones con responsabilidades, autoridades y relaciones para lograr sus objetivos.

Perfil de huella hídrica: Compilación de resultados de los indicadores de categoría de impacto que abordan los posibles impactos ambientales relacionados con el agua.

Producto: Bien o servicio

Proceso: Conjunto de actividades interrelacionadas o que interactúan que transforman entradas en salidas.

Unidad funcional: desempeño cuantificado de un sistema productivo para ser usado como unidad de referencia.

Uso de agua: uso de agua por actividades humanas.

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

1. INTRODUCCION

El agua es uno de los recursos más importantes que definen los límites para lograr un desarrollo sustentable. No obstante, sus usos son a nivel global cada vez más intensivos, y en efecto, se prevé que la demanda mundial aumente en un 55% para el 2050 (United Nations World Water Development Report, 2014). Este incremento se explica por el aumento de la población, y por una demanda per cápita más alta en bienes y servicios y por lo tanto en los requerimientos de agua, materias primas y energía para producirlos. Lo anterior, sumado al hecho que tan sólo un 0,3% del agua dulce del planeta es de fácil acceso (Shiklomanov, 1993) y que además no está distribuida de manera homogénea, ha conducido a una situación compleja en disponibilidad y calidad del recurso.

El gran avance económico que ha tenido el Perú en los últimos 10 años, ha hecho que las diferentes industrias crezcan en su producción y por lo tanto, aumente el consumo de energía, combustibles y también de agua. El agua es elemental para la vida humana y no existe otro recurso que la pueda sustituir. Se requiere agua para la producción de alimentos, la generación de energía, el transporte a gran escala, es decir, está presente directa o indirectamente en toda actividad económica que se pueda desarrollar. Por ello, la gestión del agua es de trascendental importancia para la sostenibilidad social, económica y ambiental.

La “crisis del agua”, por su impacto, representa hoy el principal riesgo para la actividad económica mundial en los próximos 35 años (World Economic Forum, 2015). Por ello, grandes multinacionales ya vienen desarrollando en el mundo gestión corporativa del agua, pues son conscientes que deben prever, controlar y mitigar los riesgos físicos, regulatorios y reputacionales que una mala gestión del agua puede significar (CEO Water Mandate).

En este contexto mundial, el gobierno suizo a través de su Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), materializó el proyecto SuizAgua Andina (SA) que se ejecuta en Chile y Perú tomando los buenos resultados del proyecto piloto SuizAgua Colombia³. Las empresas socias de SA Perú son: UNACEM, Nestlé Perú, Mexichem, Duke Energy y Camposol.

SA es un proyecto basado en el concepto de huella hídrica y en su línea de trabajo con el sector privado se alinea a la norma ISO 14046 de medición de huella hídrica (Environmental management — Water footprint — Principles, requirements and guidelines). Esta norma que fue oficialmente aprobada en Julio del 2014, basa su enfoque metodológico en el análisis de ciclo de vida, considerando los usos de agua directos e indirectos a través de la cadena de valor de un producto (o servicio), proceso u organización.

³ Del que formaron parte 4 empresas de capitales suizos: Clariant, Nestlé Colombia, Holcim y Syngenta

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

El presente reporte se constituye en el análisis de huella hídrica, acorde a la norma ISO 14046, de la empresa Camposol en el segundo año del proyecto, lo que constituye además para la empresa una línea base que podrán tomar de referencia para sus próximos análisis de huella hídrica (oportunidades de mejora, registro de mejoras, etc.). Se incluye en el presente documento los principales resultados y conclusiones obtenidos de este segundo año del proyecto.

1.1. Descripción general del análisis de ciclo de vida y huella hídrica

El constante consumo de recursos para la producción de bienes y servicios, junto con las emisiones y descargar de residuos que muchas veces están asociados a los procesos productivos, ha generado que se realicen esfuerzos para desarrollar herramientas que nos permita evaluar y comprender de mejor manera el daño que producimos en las actividades humanas. Una de estas herramientas, cuyo objetivo apunta hacia un desarrollo sostenible, es el análisis de ciclo de vida (ACV). El ACV evalúa los potenciales impactos medioambientales y de salud humana asociados a un producto (extracción de recursos, fabricación del producto, distribución, uso o consumos y fin de vida).

El ACV es una herramienta reconocida por la Organización Internacional de Estandarización (ISO 14040:2006; ISO 14044:2006) y pretende ayudar a detectar oportunidades para mejorar el desempeño ambiental en el ciclo de vida de un producto o servicio y además otorgar información como base científica para la toma de decisiones, campañas de marketing y comunicación, entre otros (ISO 14044,2006).

Dentro del ACV, la huella hídrica se define como el subconjunto específico de indicadores que abordan el consumo y la contaminación del agua y los correlacionan a potenciales impactos. Los principios, requisitos y directrices para la realizar una evaluación de huella hídrica se presentan en la norma ISO 14046.

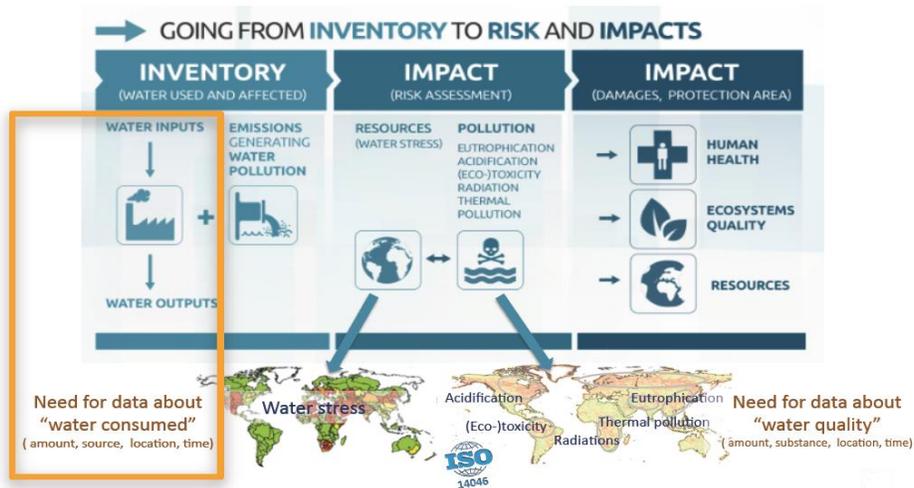


Figura 1. La huella hídrica según la ISO 14046

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

1.2. Contexto y antecedentes

Camposol es una empresa integrada verticalmente ubicada en el Perú y ofrece productos frescos, en conservas y congelados. Es la tercera empleadora del país, con más de 13 mil trabajadores en temporada alta, y está comprometida con el desarrollo sostenible a través de políticas y proyectos de responsabilidad social que incrementan el valor compartido para todos sus grupos de interés.

Camposol fue la primera empresa agroindustrial peruana en publicar anualmente Informes de Sostenibilidad alineados al GRI y ha logrado las certificaciones internacionales BSCI, Global Gap, IFS, HACCP y BRC, entre otras.

Camposol en Perú tiene operaciones en Piura, Chao y Virú, produce:

- Uvas
- Mangos
- Pimientos
- Espárrago
- Paltas
- Alcachofa
- Mandarinas
- Arándanos.

Camposol cree firmemente que para garantizar su sostenibilidad en el futuro es indispensable respetar los principios éticos, a los empleados y el medio ambiente, es por eso que tiene 6 líneas de acción o desafíos:

- **Bienestar de los colaboradores:** Contribuir al desarrollo personal de los colaboradores, de sus familias y de la comunidad, mediante acciones que brinden una mejor calidad de vida y promuevan el desarrollo.
- **Cuidado del medio ambiente:** Proteger el medio ambiente a través del uso racional de los recursos naturales y la energía, así como de la ejecución de estrategias para reducir la contaminación ambiental.
- **Aseguramiento de la calidad y trazabilidad del producto:** Esto se logra proporcionando productos de óptima calidad e innovadores que satisfagan las necesidades de los consumidores.
- **Desarrollo de productos y mercados:** Innovación en productos, incluyendo salud, calidad, cuidado del ambiente y atributos sociales en la estrategia de mercado. CAMPOSOL se esfuerza por cultivar una relación de confianza con sus clientes y por conocer sus negocios para promover un crecimiento conjunto.
- **Desarrollo y creación del valor compartido:** Crear valor compartido a través de la integración de las necesidades de los grupos de interés al plan estratégico corporativo.

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

- **Gestión de la reputación:** Obtener un óptimo desempeño en los desafíos anteriores y en el cumplimiento de acuerdos internacionales, como la Declaración Universal de Derechos Humanos, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y el Pacto Global de las Naciones Unidas (Global Compact) del cual CAMPOSOL es miembro activo desde el año 2008.

SuizAgua Andina propuso a Camposol el siguiente proceso para desarrollar la gestión corporativa del agua:

- **Medición.** En el marco de la Norma ISO 14046, desarrollar un análisis de huella hídrica considerando los usos directos en sus operaciones propias así como los usos indirectos contenidos en su cadena de suministro y usos de energía.
- **Reducción.** La reducción se da en dos ámbitos; en el consumo directo y en el consumo indirecto. Para reducir en consumo directo, la empresa invierte en mejorar la eficiencia de los procesos operativos que utilizan agua, mejoran sus procesos de tratamiento de aguas residuales, así como reducir sus usos no productivos. Para reducir en consumo indirecto, la empresa trabaja con sus proveedores en mejor gestión del agua y busca mayor eficiencia energética.
- **Responsabilidad social corporativa del agua.** la empresa realiza acciones estratégicas para equilibrar el consumo de agua realizado: compensar y mitigar. Estas acciones deben desarrollarse en aquellas cuencas donde se haya identificado mayor impacto de huella hídrica.
- **Difusión.** La empresa disemina hacia otros actores de los gremios empresariales los beneficios de esta iniciativa, con la finalidad de generar masa crítica para incidir en políticas públicas que promuevan la gestión corporativa del agua.

Camposol en 2013 decidió analizar la Huella Hídrica de la producción de espárrago fresco en sus campos de cultivo ubicados en el distrito de Chao. El objetivo principal es proporcionar información a los directivos de Camposol en todas las áreas en sus diferentes niveles de toma de decisiones. Las conclusiones del presente informe serán usadas para proponer las medidas de reducción y responsabilidad social corporativa en agua que Camposol debe desarrollar.

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
		2013	Kg de espárrago	001	

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1. Objetivos y aplicación prevista

Analizar la huella hídrica de 1 kilogramo de Espárrago producido en los campos de cultivo de Camposol, ubicado en el distrito de Chao de la provincia de Virú en el departamento de La Libertad. Se determinará el balance hídrico, los consumos de agua y sus impactos en salud humana y ecosistemas.

Camposol desarrolla este estudio con la finalidad de implementar una herramienta para la gestión eficiente del recurso hídrico en sus operaciones.

A partir de los resultados de este estudio y en el marco del Proyecto SuizAgua Andina Perú, del cual Camposol es parte, se propone i) Implementar acciones dentro de la empresa y con sus proveedores para reducir su huella hídrica y ii) desarrollar proyectos de responsabilidad social corporativa en agua para compensar y mitigar sus impactos hídricos en las cuencas identificadas.

2.2. Descripción General

Las etapas de producción de espárrago que han sido consideradas en el estudio son las siguientes:



Figura 2. Esquema del sistema analizado para la medición de huella hídrica en Camposol

Los campos de cultivo de espárrago consideran la producción total de espárrago blanco y verde, en el 2013 la producción fue de 20,633 toneladas de espárrago blanco y 3,642 toneladas de verde, es decir el 85% del espárrago producido en el 2013 es blanco y el 15% verde.

El estudio ha priorizado la medición en la producción del espárrago, a continuación se describen las etapas consideradas en el estudio:

- Inversión permanente

Es la etapa de crecimiento de la plantación, inicia al día siguiente del trasplante y termina a los 8 meses (32 semanas) etapa en que se realiza el corte de formación (chapodo).

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

Durante esta etapa se realizan las actividades de riego, fertilización, desmalezado, control Fitosanitario, etc. que contribuyen al desarrollo de la plantación y la prepara para su etapa de producción.

- Producción

Mantenimiento del cultivo: esta etapa marca el inicio de las campañas de producción del cultivo, el periodo o campaña es de 24 semanas aproximadamente. Durante toda esta etapa la plantación recibe el manejo agronómico: Fertilización, Riego, Control Sanitario, Labores Culturales. La vida útil de la plantación se ha estimado 20 campañas de producción (10 años).

Riego. La tecnología de riego utilizada por la empresa es el sistema de riego por goteo, actualmente este sistema es uno de los más eficientes, requiere un bajo caudal pero una alta frecuencia en el riego. La alta frecuencia de riego permite mantener en un nivel óptimo de humedad en el suelo; ello significa una baja tensión de agua en el suelo lo que permite que exista mayor productividad agronómica. El riego por goteo alcanza una eficiencia en el empleo de agua de 90%, otros sistemas de riego como el de aspersión tienen una eficiencia de riego del 75%. Esto indica que el sistema de riego que actualmente se utiliza en Camposol es óptimo.

- **Chapodo:** es el corte de broza (follaje de la planta), con esta actividad se prepara los campos para la cosecha y se realiza de forma mecanizada.
- **Cosecha:** es la actividad de recolección de la materia prima (turiones de espárrago) y se realiza de forma manual. Para determinar el término de un campo en cosecha, el Superintendente de Producción realiza evaluaciones tomando en cuenta los parámetros establecidos para dicho fin. Después de terminada la cosecha se realiza la labor de desaporque, con lo que al día siguiente marca el inicio de la nueva campaña. La densidad de plantas es de 26,000 unidades en una hectárea, un kilo tiene 42,000 semillas

2.3. Sistema de estudio y unidad funcional

Camposol tiene como actividad principal la producción de diversos cultivos agrícolas, entre ellos el espárrago.

El propósito de este estudio es analizar el desempeño en términos de uso de agua a través de la huella hídrica para la producción del espárrago. Como unidad funcional (UF) se seleccionó la producción de **1 kilogramo de espárrago fresco**. La unidad funcional representa la base de cálculo con respecto a la cual se normalizan las entradas y salidas relevantes del sistema para el análisis de evaluación de la huella hídrica. Para realizar este estudio se definió trabajar “de la cuna a la puerta”, el año utilizado en el estudio representa el promedio de producción de espárrago en Camposol, por ello no ha sido necesario contabilizar los consumos de energía o combustibles en los diez años de vida útil de los cultivos, el estudio no considera el empaquetado final del producto, el periodo comprendido para el análisis fue entre enero a diciembre del 2013 periodo

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
		2013	Kg de espárrago	001	

en que produjo 24,275.50 toneladas de espárrago fresco. El rendimiento promedio en el 2013 para la producción de espárrago es 9.32 t/ha.

2.4. Límites del Sistema

El **Límite geográfico**, considera integralmente los campos de cultivo de Camposol. La definición del sistema incluye todas las etapas, procesos y flujos a considerar para la evaluación de la huella hídrica. Este debe contener todas las actividades relevantes teniendo en cuenta los objetivos del estudio y todos los procesos y flujos que puedan contribuir de manera significativa a los impactos ambientales relacionados al recurso hídrico.

El análisis de huella hídrica en Camposol considera el enfoque ACV “de la cuna a la puerta”, incluye el consumo de materias primas, energía eléctrica, combustible y agua para irrigación en la producción de espárrago fresco. Se excluye el empaquetado y la disposición final de los productos.

De acuerdo a lo comentado el sistema se dividió en 3 grupos: i) Cadena de suministros, ii) Energía y combustibles, iii) Operación directa

El límite temporal estudiado considera el año 2013; la información se ha recopilado en períodos mensuales y la consistencia de los datos analizados ha sido validada por la empresa. A continuación se muestra el detalle de los procesos estudiados.

Para el análisis de la cadena de suministros, se aplicó una regla de corte, bajo el criterio cantidad/valor para para discriminar aquellos insumos cuya representación no alcance el 2% del total. Para la aplicación de esta regla se tomó en consideración el 100% de insumos consumibles adquiridos durante el periodo de estudio. Producto de este análisis, 8 insumos cumplieron la regla de corte.

A continuación se muestra el detalle de los procesos estudiados:

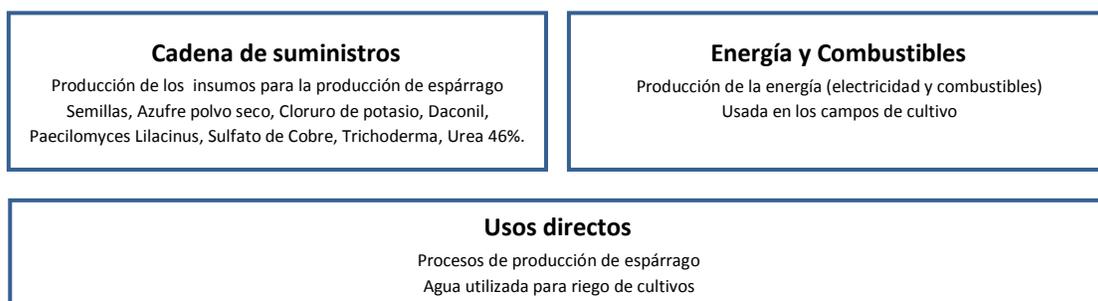


Figura 3. Descripción sintetizada del sistema de producción para el análisis de Huella Hídrica de espárrago

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

2.5. Regla de asignación

La información secundaria usada en este estudio proviene de la base de datos Quantis Water Database 2015, que a su vez se basa en los sistemas de asignación definidos en ecoinvent v2.2 (Frischknecht et al. 2005).

La información utilizada en el presente estudio hace referencia a los consumos que se generaron el 2013. Se han considerado las etapas de “Instalación” e “Inversión permanente” porque Camposol en paralelo ejecuta estas actividades en los campos de cultivo en donde los antiguos cultivos de espárrago han culminado su ciclo de vida y se han renovado con la siembra de nuevos cultivos.

2.6. Datos de inventario, fuente e hipótesis

La calidad de los resultados del análisis de huella hídrica está directamente relacionada con la calidad del inventario utilizado. En el presente estudio, se cuantificaron todas las entradas y salidas relevantes del sistema para el análisis de la huella hídrica. Con el propósito de considerar la variación estacional y/o mensual en la producción, y por lo tanto en los requerimientos de agua, **toda la información levantada de usos de agua, cadena de suministros y energía fue obtenida en base mensual.** Toda la información recolectada son datos primarios entregados por el personal de Camposol vía fichas de recolección de información, e-mails, conversaciones telefónicas o en persona. En la información solicitada se consideraron ítems tales como, **entradas y salidas de agua (cantidad/calidad, fuente de extracción y receptor de descarga), entradas de insumos en la cadena de suministros, energías y combustibles utilizados en el proceso productivo o de transporte de insumos y/o personal.** Toda la información se recolectó de acuerdo a:

- **Insumos:** tipo y cantidad (masa) de insumo consumido en la planta de producción
- **Energía eléctrica:** kWh de energía consumida en el proceso de producción.
- **Combustibles:** Consumo de gas combustibles de camiones y motos.
- **Balance hídrico:** m3 de agua que ingresa y se utiliza para riego del espárrago.
- **Contaminantes en el agua:** concentración (mg/l) de contaminantes en el agua de riego.
- **Producción:** toneladas totales de espárrago producido durante el año de análisis de huella hídrica

Luego de obtener las cantidades mensuales de cada uno de estos ítems, se calcularon los valores anuales y se normalizaron las cantidades requeridas por UF del estudio (flujos de referencia). El estudio se realizó para el período comprendido entre Enero 2013 y Diciembre 2013. Toda la información recolectada en cuanto a usos de agua, cadena de suministros, energía y combustibles

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
		2013	Kg de espárrago	001	

es del período señalado. Se recopiló mensualmente toda la información pertinente para la evaluación de los impactos ambientales relacionados a los recursos hídricos.

Los datos de inventario que describen la huella hídrica (usos de agua e impactos) de los procesos de fabricación de las materias primas, cadenas de suministros, energía y combustibles usadas para la producción de espárrago fueron obtenidos a partir de la base de datos desarrollada por la consultora suiza internacional Quantis⁴. La base de datos está desarrollada a partir de la base de datos para análisis de ciclo de vida de ecoinvent v2.2 (Frischknecht et al. 2005), que presenta información de datos de inventario de ciclo de vida para más de 4.000 procesos, productos y servicios. Se usó la base de datos global, en donde los procesos están extrapolados para promedios globales (Global Quantis Water Database). En el caso de la energía eléctrica, los procesos fueron asignados para el lugar de origen (para la electricidad se construyó un proceso ajustado para Perú), para la construcción del proceso ajustado se han considerado los porcentajes de producción de energía según el International Energy Agency - IEA.

A continuación la tabla muestra el resumen de la cantidad de insumos consumidos en el periodo de estudio, el proceso seleccionado de la base de datos y el consumo de agua.

Insumo	Cantidad Consumida Ene. – Dic. 2013 (kg)	Proceso de base de datos (Quantis database)	Consumo de Agua m ³ /UF
Semillas de espárrago	1,923.00	maize seed IP, at farm/CH U	1.48 x 10 ⁻⁵
Urea 46%	960,222.30	urea, as N, at regional storehouse/RER U	7.17 x 10 ⁻³
Paecilomyces Lilacinus	69,325.60	insecticides, at regional storehouse/RER U	6.31 x 10 ⁻⁴
Azufre polvo seco	211,259.61	sulphur trioxide, at plant/RER U	4.35 x 10 ⁻⁴
Cloruro de potasio	935,048.51	potassium chloride, as K ₂ O, at regional storehouse/RER U	3.21 x 10 ⁻⁴
Trichoderma SP	38,346.23	fungicides, at regional storehouse/RER U	2.71 x 10 ⁻⁴
Daconil 720 SC	5,679.31	fungicides, at regional storehouse/RER U	4.01 x 10 ⁻⁵
Sulfato de cobre cristalizado	60,121.29	copper, at regional storage/RER U	1.78 x 10 ⁻⁵

Tabla 1. Resumen de insumos de la cadena de suministros

2.7. Principales datos y supuestos

A continuación se describen algunas de las principales consideraciones efectuadas sobre los usos directos e indirectos de agua y se presentan en la Tabla 2. Es importante recalcar que se levantó la información en base mensual y que a partir de esta información se realizaron los cálculos para analizar la huella hídrica anual de la empresa: Enero 2013 – Diciembre 2013.

⁴ Cuyo Director científico formó parte del Comité que desarrolló la norma ISO 14046 de huella hídrica con el apoyo de COSUDE.

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
		2013	Kg de espárrago	001	

Usos	Grupos	Fuente
Usos Directos de agua	Agua consumida para espárrago	Información medida y validada por la empresa
Usos	Grupos	Fuente
Usos Indirectos de Agua	Cadena de Suministros	Sistema de adquisiciones de la empresa. Cantidades medidas y registradas por la empresa, incluye el origen de los insumos.
	Electricidad	Medidores de electricidad. Cantidades medidas y registradas por la empresa, incluye el origen de los insumos.
	Consumo de combustible camiones	Sistema de adquisiciones de la empresa. Cantidades medidas y registradas por la empresa.
	Consumo de combustible motos	Sistema de adquisiciones de la empresa. Cantidades medidas y registradas por la empresa.

Tabla 2. Consideraciones y criterios generales de cálculo

Se han realizado todos los esfuerzos posibles para que esta investigación esté basada en la información más creíble y representativa disponible. La información relativa a la producción, incluidos los insumos de producción, procesos de fabricación, distancia a proveedores inmediatos, medios de transporte y el uso la información se obtiene directamente del personal de Camposol por medio de entrevistas, correos electrónicos y llamadas telefónicas. En algunos casos, las aproximaciones se realizan basándose en el mejor juicio del personal de Camposol. Cuando no ha sido posible encontrar la data en las fuentes primarias, se han realizado determinaciones aplicando el juicio de expertos de ONG Agualimpia y Quantis.

Los campos de cultivo de espárrago de Camposol, son heterogéneos, es decir, en un mismo año se puede cosechar y sembrar espárrago a la vez.

Se cosecha espárrago de los cultivos que aún no han culminado su ciclo de vida y se siembra en áreas con espárrago que ya culminaron su ciclo de vida.

El estudio presentado considera un promedio de rendimiento en los campos de cultivo de 9.32 toneladas de espárrago por hectárea en un año.

En el 2013 el promedio de rendimiento para la producción de espárrago es de 8.64 t/ha es decir similar al promedio de producción total, por ello se ha considerado el año de estudio como representativo y referencial.

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA			
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	
	2013	Kg de espárrago	001	

2.7.1. Cadena de suministros

Aplicando la regla de corte para los suministros (ver acápite 2.4), la matriz de inventario ha considerado ocho insumos en la cadena de suministros: semillas de espárragos, Azufre de polvo seco, Cloruro de Potasio blanco, Daconil 720 SC, Paecilomyces Lilacinus, Sulfato de cobre cristalizado, Trichoderma SP, Urea 46%. Para la asignación del proceso asociado a estos suministros se han considerado valores promedios globales de Europa, utilizando como referencia la base de datos de Quantis.

a. Semillas de espárrago

Es el principal insumo, se ha clasificado como “maize seed IP, at farm/CH U” (semilla de maíz) (Nemecek, T. et al. 2007). A continuación se muestra una tabla con el consumo de semillas.

Suministro /origen	Cantidad 2013 (kg)	Lugar de Origen
Semillas de espárrago	1,923.00	La Libertad, Trujillo

Tabla 3. Consumo de Semillas de espárrago

b. Azufre polvo seco

El azufre es utilizado como pesticida para el cultivo de espárrago. Se consideró como referencia el flujo de referencia “sulphur trioxide, at plant/RER U” (trióxido de sulfuro, en planta) (Althaus H.-J. et al. 2007). A continuación se detallan los consumos de azufre de polvo seco

Suministro /origen	Cantidad 2013 (kg)	Lugar de Origen
Azufre polvo seco	211,259.61	La Libertad, Trujillo

Tabla 4. Consumo de Azufre polvo seco

c. Cloruro de potasio blanco KCl (Standar)

El Cloruro de Potasio blanco es utilizado como fertilizante para el cultivo de espárrago. El flujo de referencia utilizado de la base de datos de Ecoinvent “potassium chloride, as K₂O, at regional storehouse/RER U” (Cloruro de potasio, como K₂O, en almacén regional) (Nemecek, T. et al 2007). A continuación se detallan los consumos:

Suministro /origen	Cantidad 2013 (kg)	Lugar de Origen
Cloruro de potasio blanco KCl (Standar)	935,048.51	La Libertad, Trujillo

Tabla 5. Consumo de cloruro de potasio

d. Daconil 720 SC

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

El Daconil 720 SC es utilizado como fungicida para el cultivo de espárrago. El flujo de referencia utilizado de la base de Ecoinvent “fungicidas, at regional storehouse/RER U” (Fungicidas, en almacén regional) (Nemecek, T. et al 2007). A continuación el detalle del consumo:

Suministro /origen	Cantidad 2013 (l)	Lugar de Origen
Daconil 720 SC	5,679.31	La Libertad, Trujillo

Tabla 6. Consumo de Daconil

e. *Paecilomyces Lilacinus*

El Paecilomyces Lilacinus es utilizado como fungicida para el cultivo de espárrago. El flujo de referencia utilizado de la base de Ecoinvent “insecticidas, at regional storehouse/RER U” (insecticidas, en almacén regional) (Nemecek, T. et al 2007). A continuación el detalle del consumo:

Suministro /origen	Cantidad 2013 (kg)	Lugar de Origen
Paecilomyces Lilacinus	69,325.60	La Libertad, Trujillo

Tabla 7. Consumo de Paecilomyces Lilacinus

f. *Sulfato de Cobre cristalizado*

El Sulfato de Cobre cristalizado es utilizado como fertilizante para el cultivo de espárrago. Para este insumo se ha considerado como flujo de referencia el proceso “copper, at regional storage/RER U” (Cobre, en almacenamiento regional) (Classen M., T. et al 2007), A continuación el detalle del consumo:

Suministro /origen	Cantidad 2013 (kg)	Lugar de Origen
Sulfato de Cobre cristalizado	60,121.29	La Libertad, Trujillo

Tabla 8. Consumo de Sulfato de cobre

g. *Trichoderma SP*

El Trichoderma sp es utilizado como fungicida para el cultivo de espárrago. El flujo de referencia utilizado de la base de Ecoinvent “fungicidas, at regional storehouse/RER U” (Fungicidas, en almacén regional) (Nemecek, T. et al 2007). A continuación el detalle del consumo:

Suministro /origen	Cantidad 2013 (kg)	Lugar de Origen
Trichoderma sp	38,346.24	La Libertad, Trujillo

Tabla 9. Consumo de Trichoderma SP

h. *Urea 46% - para uso Agrícola*

El Trichoderma sp es utilizado como fertilizante para el cultivo de espárrago. El flujo de referencia utilizado de la base de Ecoinvent “urea, as N, at regional storehouse/RER U” (Urea, como N, en almacenamiento regional) (Nemecek, T. et al 2007), el proceso seleccionado fue. A continuación el detalle del consumo:

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

Suministro /origen	Cantidad 2013 (kg)	Lugar de Origen
Urea 46%	960,222.30	La Libertad, Trujillo

Tabla 10. Consumo de urea

2.7.2 Usos directos

Se ha considerado el consumo de agua utilizada para el riego de los cultivos de espárrago.

a. Agua consumida para espárrago

La única fuente disponible para el riego de los cultivos de espárrago es el agua superficial que proviene del río Santa a través de un canal de 280 km hacia los valles e intervalles de Chao, Virú, Moche y Chicama; haciendo posible el riego de más de 160 mil hectáreas de tierras agrícolas, la generación hidroenergética y la dotación de agua potable a la ciudad de Trujillo.

Camposol ha calculado el consumo de agua considerando las lecturas mensuales de los hidrómetros instalados. El agua pasa por un tratamiento que incluye la sedimentación y ablandamiento para que pueda ser apta para el riego de los cultivos, como se ha mencionado anteriormente el sistema de riego utilizado es por goteo. Se ha diseñado un flujo de acuerdo a la caracterización fisicoquímica del agua, a continuación el detalle del consumo:

Entrada de agua al sistema	Cantidad 2013 (m3)	Lugar de Origen
Agua consumida para espárrago	31,741,637.87	La Libertad, Trujillo

Tabla 11. Consumo de agua

2.7.3 Energía y combustibles

Los usos indirectos de agua están asociados al uso de combustibles y energía. En el análisis de huella hídrica de los campos de cultivos de espárrago, se han considerado los consumos de electricidad y combustibles de motos y camiones.

a. Electricidad

La electricidad es utilizada para el funcionamiento de los equipos de bombeo, el proceso utilizado se construyó a partir de los porcentajes de producción de energía eléctrica del sistema eléctrico interconectado nacional del Perú, en el que se agrupan diferentes fuentes de energía. El flujo utilizado fue "electricity, medium voltage, production PE, at grid/PE" (electricidad, voltaje medio, producción)

Tipo	IEA (2012)	Proceso en base de datos (Quantis Water Database)
Hidráulica de embalse	53.5%	electricity, hydropower, at reservoir power plant, non alpine regions/RER U

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

Carbón	2.0%	electricity, hard coal, at power plant/UCTE U
Gas natural	39.2%	electricity, natural gas, at turbine, 10MW/GLO U
Biomasa	1.7%	electricity, at cogen 6400kWth, wood, allocation exergy/CH U
Diesel	3.6%	electricity, oil, at power plant/UCTE U
Eólica	0%	electricity, at wind power plant/RER U
Solar	0.1%	electricity, production mix photovoltaic, at plant/CH U

Tabla 12. Tipo de generación de energía eléctrica según International Energy Agency (IEA)

A continuación se muestra una tabla con los consumos durante el 2013.

Energía	Consumo 2013 (kw.h)	Lugar de Origen
Electricidad	3,422,667.30	La Libertad, Trujillo

Tabla 13. Consumo de electricidad

b. Combustible de camiones

Los camiones son utilizados para transportar el espárrago cosechado hacia la planta de procesamiento en donde son empaquetados y almacenados. Los consumos para el combustible fue proporcionado por la empresa, Se ha considerado en el cálculo el combustible utilizado para los camiones, los datos de la empresa fueron proporcionados en km de recorrido. El flujo de referencia de Ecoinvent considerado fue el “diesel, low-sulphur, at regional storage/RER U” (diesel, bajo sulfuro, en almacenamiento regional) (Jungbluth, N. 2007). El detalle de los consumos a continuación.

Combustible	Cantidad 2013 (km)	Lugar de Origen
Consumo de combustible de camiones	157,625.80	La Libertad, Trujillo

Tabla 14. Consumo de combustible de camiones

c. Combustible de motos

Las motos son utilizadas como medio de transporte para la supervisión y monitoreo de los cultivos y del sistema de riego. Los consumos fueron proporcionados por la empresa, se ha considerado en el cálculo el recorrido de las motos. El flujo de referencia de Ecoinvent considerado fue el “diesel, low-sulphur, at regional storage/RER U” (diesel, bajo sulfuro, en almacenamiento regional) (Jungbluth, N. 2007). El detalle de los consumos a continuación.

Combustible	Cantidad 2013 (km)	Lugar de Origen
Consumo de combustible de motos	112,906.00	La Libertad, Trujillo

Tabla 15. Consumo de combustible de motos

2.8 Evaluación de impactos relacionados con el recurso hídrico

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

Acorde a la norma ISO 14046, la evaluación de huella hídrica debe incorporar un **análisis de la alteración de cuerpos de agua** a través de indicadores de impacto asociados a los usos consuntivos y que degradan la calidad del agua (agua descargada al entorno en un volumen y/o calidad menor a la cual fue tomada). La evaluación de impactos es el link entre el análisis de inventario de entradas y salidas del sistema y el potencial efecto que producen en el ambiente.

En el presente proyecto se realizó una evaluación integral de la huella hídrica, **considerando todos los potenciales impactos ambientales relacionados al uso del agua**. Como indicador de punto medio se consideró el índice de impacto hídrico (WIIX), desarrollado por Veolia (Veolia, 2011), y como categorías de punto final (categorías de daño, donde se produce el efecto ambiental), se evaluaron los impactos potenciales en la salud humana y la calidad de los ecosistemas. Los indicadores de impacto evaluados en estas categorías son:

Salud Humana

- Desnutrición causada por consumo de agua (Pfister et al. 2009)
- Enfermedades causadas por toxicidad del agua (USEtox; Rosenbaum et al. 2008)

Calidad de los ecosistemas

- Reducción de disponibilidad de agua para los ecosistemas (Pfister et al. 2009)
- Reducción de disponibilidad de agua para los ecosistemas acuáticos de río (Hanafiah et al. 2011)
- Reducción de disponibilidad de agua subterránea para los ecosistemas (Van Zelm et al. 2011)
- Ecosistemas acuáticos afectados por infraestructura hidroeléctrica (Maendly y Humbert, 2012)
- Ecosistemas acuáticos afectados por termocontaminación (Verones et al. 2010)
- Ecosistemas acuáticos afectados por ecotoxicidad (USEtox; Rosenbaum et al. 2008)
- Ecosistemas acuáticos afectados por eutrofización (Goedkoop et al. 2009)
- Ecosistemas acuáticos afectados por acidificación (Jolliet et al. 2003)

El WIIX es un balance hídrico, en donde los caudales de entrada y salida están ponderados por factores de calidad y estrés hídrico de la zona donde se usa el agua, por ende el cálculo entrega un consumo equivalente de agua (ej. m³ eq.), debido a la caracterización de calidad y estrés que tiene asociado el indicador (Bayart et al. 2014). Los indicadores de impacto de punto final, se evalúan a nivel de impactos potenciales en salud humana e impactos potenciales en la calidad de los ecosistemas, ambos generados por una reducción en la disponibilidad y/o calidad del agua (perturbación química y/o física) en un entorno definido. En el caso de los impactos potenciales en la salud humana, ellos son expresados en DALY (Disability Adjusted Life Years) que son años de vida perdidos por muerte prematura o por discapacidad. Los impactos potenciales en la calidad de

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
		2013	Kg de espárrago	001	

los ecosistemas se expresan en PDF*m²*y (potentially disappeared fraction of species per m² per year) y se refieren a la fracción de especies que desaparece en una unidad de superficie de 1 m² durante un año (Humbert et al. 2012).



Figura 4. Clasificación de los indicadores de punto final (Quantis)

2.9 Análisis de calidad de datos

La calidad se evaluó teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- **Precisión:** relacionada con las fuentes de los datos, métodos de adquisición y métodos de verificación. Datos fiables son aquellos que se han verificado y medido directamente. El criterio está relacionado con la cuantificación del flujo del proceso.
- **Integridad:** representa la exhaustividad de los datos recolectados. Los datos son completos cuando todos los elementos involucrados en la actividad o proceso son cuantificados.
- **Representatividad:** evalúa la correlación geográfica y tecnológica. Los datos son representativos cuando la tecnología corresponde a la usada realmente. Este criterio se refiere principalmente a la elección de los procesos utilizados cuando se modela el sistema.
- **Consistencia:** evalúa si la metodología del estudio es aplicada en la misma forma a todos los datos.
- **Reproducibilidad:** evalúa si la información sobre los datos y el método permite reproducir los resultados del estudio.
- **Incertidumbre:** da una evaluación cualitativa de la incertidumbre de los datos.

En general, la calidad de los datos es buena porque han sido entregados directamente por el área de operaciones de Camposol, revisados y validados por la empresa. Algunos datos tienen precisión media porque los procesos no corresponden directamente a estudios de producción en Perú, sino que han sido regionalizados a Perú desde un dataset cuyo origen es principalmente europeo (Base

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

de datos Quantis), además se han asumido otros procesos que no son directamente representados por el insumo consumido, por ejemplo para el caso de las semillas de espárrago se ha considerado un proceso asociado a las semillas de maíz.

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
		2013	Kg de espárrago	001	

Etapa del Ciclo de vida	Detalles del proceso	Descripción de los datos	Fuente de los datos	Importancia de los datos	Cobertura de tiempo, geográfica y tecnológica	Precisión e integridad	Representatividad y consistencia	Reproducibilidad e incertidumbre
Cadena de Suministros	Semillas de espárrago	Siembra de semillas	Unidad de operaciones Camposol	Media	Perú, Enero – Diciembre 2013	Precisión e integridad media	Representatividad y consistencia media	reproducibile y media incertidumbre
	Azufre polvo seco	Utilizado como pesticida	Unidad de operaciones Camposol	Media	Perú, Enero – Diciembre 2013	Precisión e integridad media	Representatividad y consistencia media	reproducibile y media incertidumbre
	Cloruro de potasio	Utilizado como fertilizante	Unidad de operaciones Camposol	Alta	Perú, Enero – Diciembre 2013	Precisión e integridad media	Representatividad y consistencia media	reproducibile y baja incertidumbre
	Daconil 720 SC	Utilizado como fungicida	Unidad de operaciones Camposol	Media	Perú, Enero – Diciembre 2013	Precisión e integridad media	Representatividad y consistencia media	reproducibile y media incertidumbre
	Paecilomyces Lilacinus	Utilizado como insecticida	Unidad de operaciones Camposol	Media	Perú, Enero – Diciembre 2013	Precisión e integridad media	Representatividad y consistencia media	reproducibile y media incertidumbre
	Sulfato de cobre cristalizado	Utilizado como fertilizante	Unidad de operaciones Camposol	Media	Perú, Enero – Diciembre 2013	Precisión e integridad media	Representatividad y consistencia media	reproducibile y baja incertidumbre
	Trichoderma SP	Utilizado como fungicida	Unidad de operaciones Camposol	Media	Perú, Enero – Diciembre 2013	Precisión e integridad media	Representatividad y consistencia media	reproducibile y media incertidumbre
	Urea 46%	Utilizado como fertilizante	Unidad de operaciones Camposol	Alta	Perú, Enero – Diciembre 2013	Precisión e integridad media	Representatividad y consistencia media	reproducibile y baja incertidumbre
Consumos directos	Agua consumida para espárrago	Entrada de agua	Unidad de operaciones Camposol	Alta	Perú, Enero – Diciembre 2013	Buena presicion, completo	Representatividad y consistencia media	reproducibile y baja incertidumbre
Consumos Indirectos	Electricidad	Consumo de electricidad	Unidad de operaciones Camposol	Alta	Perú, Enero – Diciembre 2013	Precisión e integridad media	Representatividad y consistencia media	reproducibile y baja incertidumbre
	Consumo de combustible de camiones	Para transporte	Unidad de operaciones Camposol	Alta	Perú, Enero – Diciembre 2013	Precisión e integridad media	Representatividad y consistencia media	reproducibile y baja incertidumbre
	Consumo de combustible de motos	Para transporte	Unidad de operaciones Camposol	Alta	Perú, Enero – Diciembre 2013	Precisión e integridad media	Representatividad y consistencia media	reproducibile y baja incertidumbre

Tabla 16. Análisis de calidad de datos

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

2.10 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad verifica la solidez de las conclusiones. El objetivo es evaluar la sensibilidad de los resultados con respecto a los supuestos establecidos para algunos parámetros clave y determinar si las principales conclusiones del estudio se mantienen.

El agua es fundamental para el crecimiento de los cultivos de espárrago, el análisis de sensibilidad ha sido realizado comparando el sistema de riego utilizado por la empresa (goteo), versus los sistemas de riego por aspersión y surcos. El sistema de riego empleado por la empresa tiene una eficiencia de riego de 90%. El estudio demostró que el riego por goteo consume agua e impacta en menor proporción porque los sistemas de riego por surcos tienen una eficiencia de riego de 45% y el sistema de riego por aspersión tiene una eficiencia de 75%. En conclusión el sistema de riego por goteo utiliza menor cantidad de agua e impacta menos que los otros dos sistemas.

2.11 Revisión crítica

La elaboración del presente informe ha correspondido a la ONG Agualimpia (Alejandro Conza; Rony Laura), con asesoría técnica de Quantis Internacional (Sandi Ruiz; Simon Gmüender).

La revisión crítica interna está a cargo de un experto en el campo del Análisis del Ciclo de Vida y consultor de Quantis Internacional: Xavier Bengoa. El proceso de revisión crítica consiste en un escrutinio del informe por parte del revisor. El revisor proporciona sus comentarios y los remite a los autores del reporte. Los autores realizan las correcciones y/o sustentos pertinentes y adjunta sus comentarios. El proceso de revisión crítica se encuentra documentado en el anexo A.

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

3. RESULTADOS

Todos los resultados que se presentan a continuación son exclusivos del periodo en el que se realizó la evaluación de huella hídrica (Enero – Diciembre 2013)

3.1. Balance Hídrico directo

Para elaborar el balance hídrico se cuantificaron todas las entradas y salidas de agua para el período de estudio.

Según el balance hídrico anual (Figura 5), las entradas y salidas alcanzaron los 1,307.56 litros de agua por 1 kg de espárrago producido en el 2013

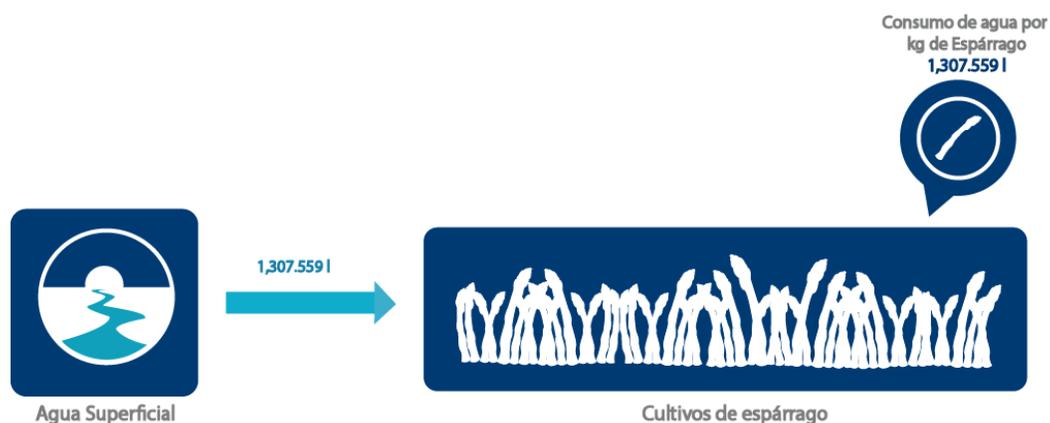


Figura 5. Balance hídrico directo de los campos por producción de 1 kilogramo de espárrago

El volumen utilizado y reportado fue estimado en base a cálculos realizados y validados por el personal de Camposol. El sistema de riego por goteo instalado para los cultivos de espárrago permite aprovechar el 90% de agua y el 10% es evaporado. A continuación la figura 6 muestra las entradas y salidas de agua por kilogramo de espárrago.

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA			
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	
		2013	Kg de espárrago	001

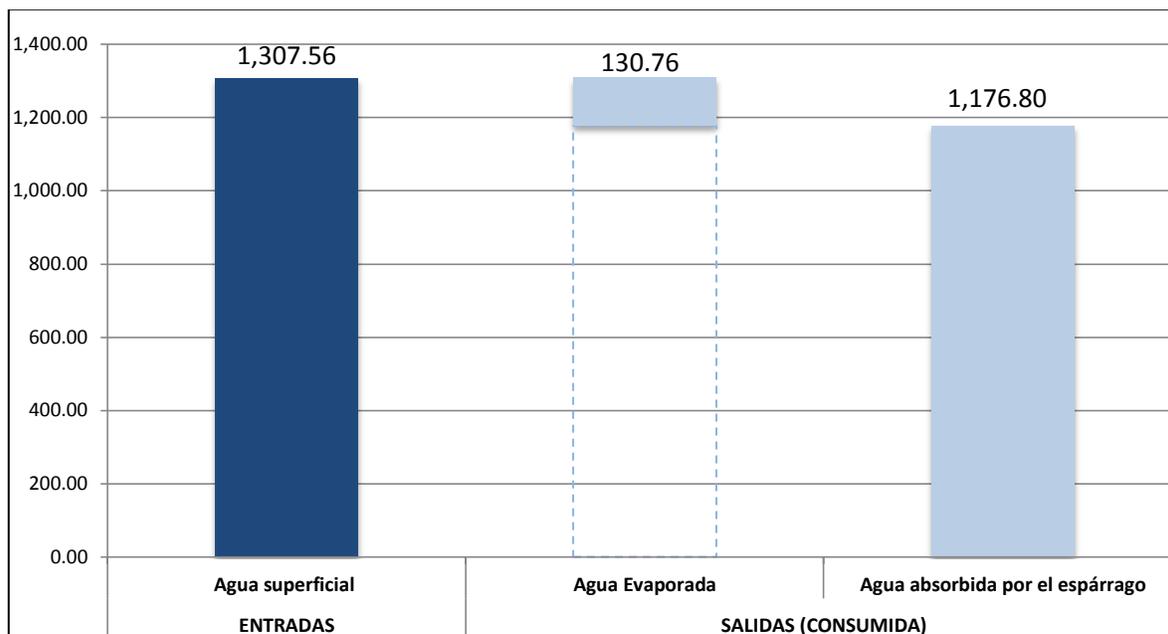


Figura 6. Inventario de uso directo de agua

La figura 6 muestra las entradas y consumos directos de agua expresados en litros. Se puede observar que, por kg de espárrago, el balance de agua es de 1,307.56 litros. Del volumen total de agua utilizada para riego, el 100% se consume por evaporación o por absorción de la planta.

3.2. Agua Consumida

El agua consumida se refiere al agua dulce extraída que no es devuelta a la cuenca de origen debido a que es evaporada, evapotranspirada, incorporada en los productos, trasvasada de cuenca o vertida al mar (Definición en ISO 14046). Corresponde a la huella azul de la metodología de huella hídrica de Water Footprint Network (WFN) (Hoekstra et al. 2011). La figura 7 muestra los consumos directos (agua consumida directamente por la operación) e indirectos (agua consumida en los procesos de fabricación de los insumos y energías consumidas en la operación) por unidad funcional producida.

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA			
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	
	2013	Kg de espárrago	001	

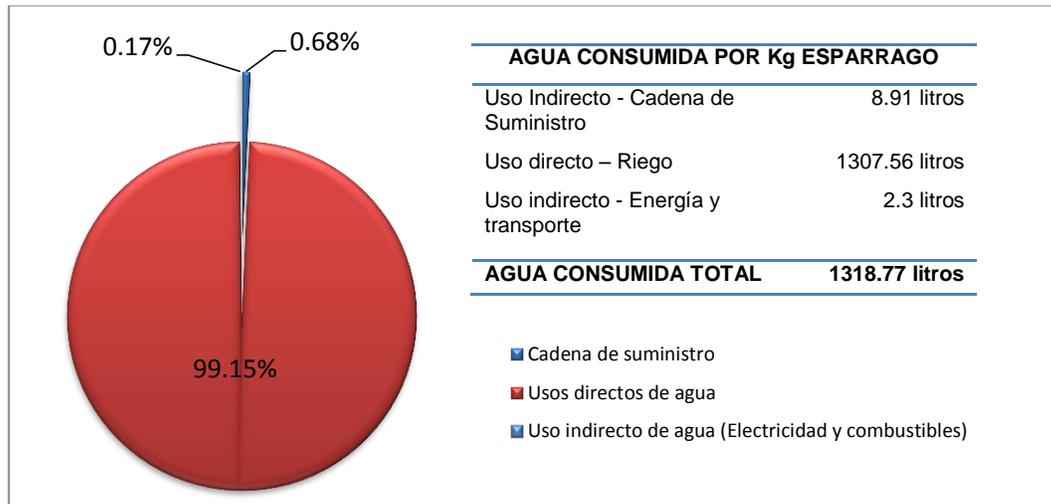


Figura 7. Agua consumida por kilogramo de espárrago - 2013

A partir de los resultados obtenidos podemos decir que de los 1,319 litros de agua consumida para producir un kilogramo de espárrago, el 99.15% proviene de los usos directos de agua para riego, 0.68% del consumo en la cadena de suministros y 0.17% corresponden a los usos indirectos (electricidad y combustible para transporte). A partir de esta información se pueden identificar los puntos críticos de consumo para intervenir con acciones de reducción de consumo de agua.

Al ser una actividad agrícola se puede identificar claramente que el mayor consumo de agua está relacionado al uso de agua para riego por el sistema tecnificado por goteo. El 90% de agua es absorbida por el espárrago y el 10% es evaporado. En la siguiente tabla puede apreciarse el detalle de los consumos de agua por producción de espárrago.

CONSUMO DE AGUA POR USO DIRECTO, POR Kg ESPARRAGO	
Agua evaporada	130.76 litros
Agua absorbida por el espárrago	1176.80 litros
CONSUMO DIRECTO TOTAL	1307.56 litros

Tabla 17. Detalle de consumo de agua por uso directo por producción de Espárrago

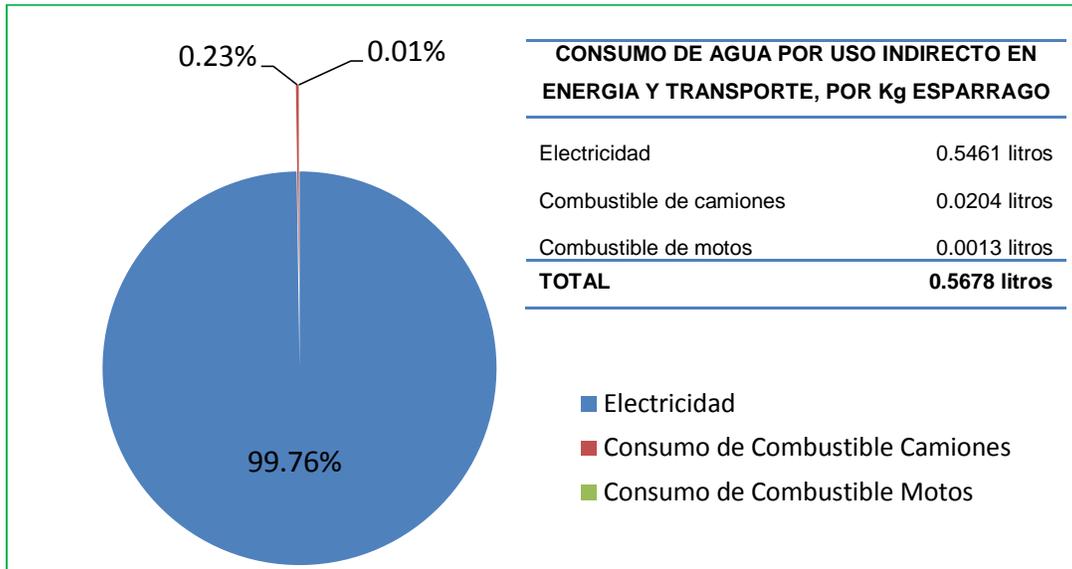


Figura 8. Fraccionamiento porcentual de consumo indirecto de agua

En la figura N° 8 muestra los consumos indirectos de agua que están representados en su mayoría por el agua utilizada para la producción de la electricidad con un 99.76% de importancia.

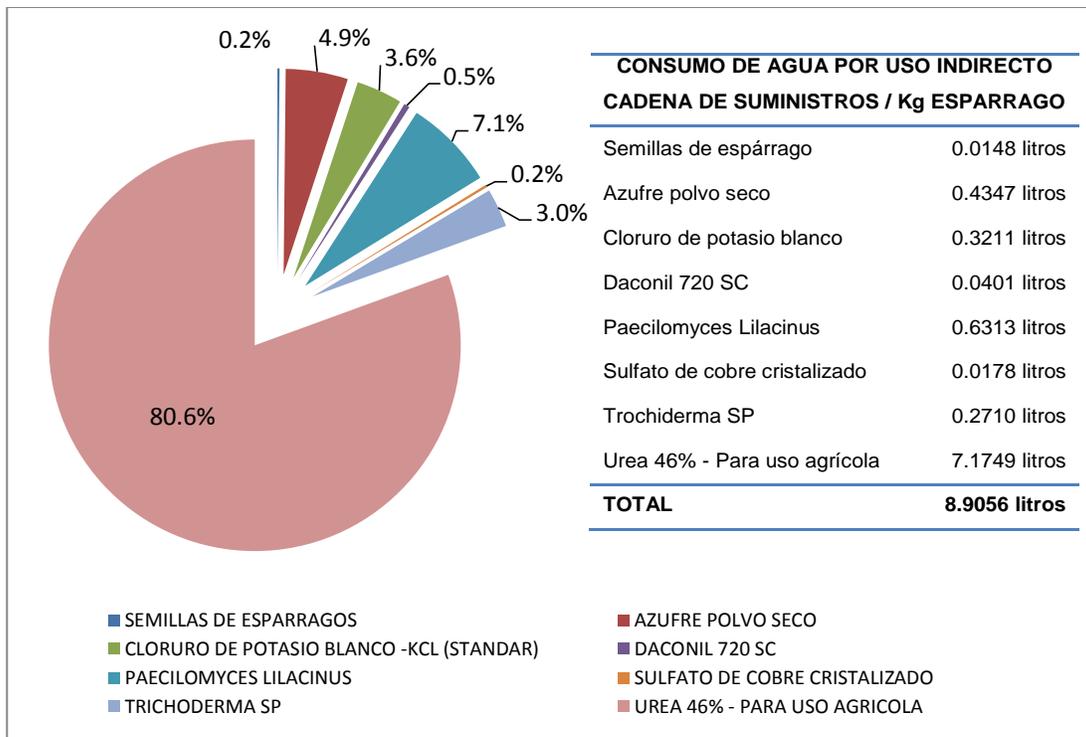


Figura 9. Consumo de agua en la cadena de suministros

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA			
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	
	2013	Kg de espárrago	001	

La figura N° 9 muestra que el mayor consumo está asociado al uso de Urea 80.6% que equivale a 8.9 litros. La Urea es utilizada como fertilizante, los demás usos de agua se distribuyen entre el Paecilomyces Lilacinus (7.1%), azufre polvo seco (4.9%), cloruro de potasio (3.6%) y Trichoderma (3.0%). De estos resultados se puede deducir que se debe trabajar especialmente con la Urea.

3.3. Indicadores de Impacto

3.3.1. Índice de Impacto Hídrico (WIIX)

El índice WIIX combina el consumo de agua, el stress hídrico y la calidad del agua residual vertida para estimar el impacto generado a los recursos hídricos.

Las concentraciones de referencia que se usaron para calcular el factor de calidad son las propuesta por Boulay et al. (2010). El Índice de Impacto Hídrico además geo-referencia este impacto en la zona donde ocurre.

Los campos de cultivo de Camposol se encuentran en una zona con bajo estrés hídrico (número de Pfister, WSI de 0.0812). A continuación el gráfico N° 10 demuestra que los mayores impactos están asociados a los usos directos.

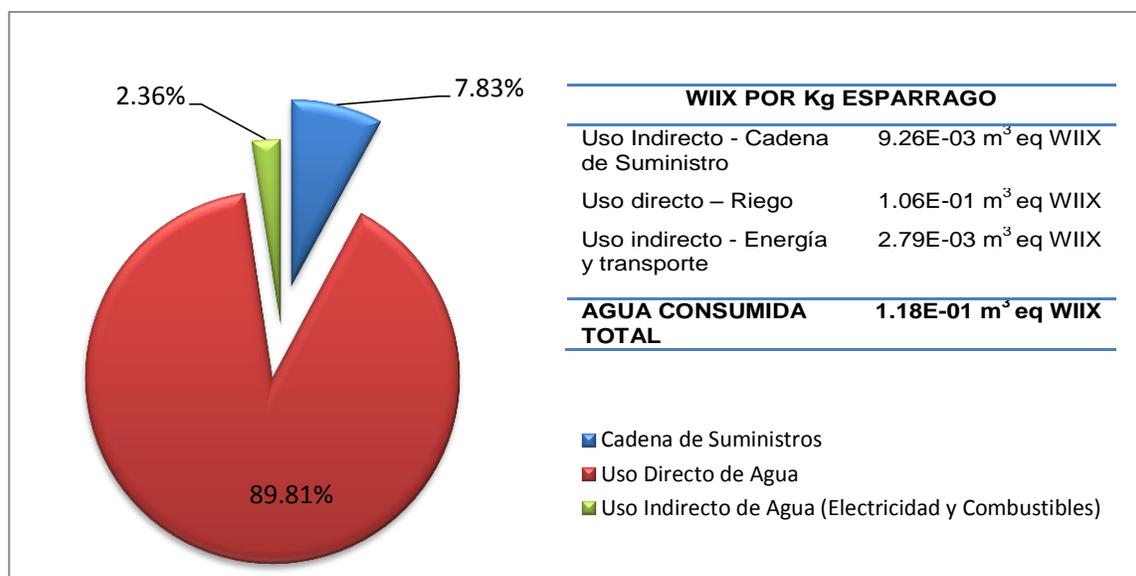


Figura 10. Índice de Impacto Hídrico

El índice de impacto hídrico WIIX total es 1.18 E-01 m³eq/Kg de espárrago. La figura muestra que el 89.81% (1.06 E-01 m³eq/UF) del impacto hídrico está asociado a los consumos directos de agua, mientras que el 7.83% (9.26 E-03 m³eq/UF) está representado por la cadena de suministros y solo el 2.36% (2.79 E-03 m³eq/UF) al uso indirecto de agua es decir a la energía y transporte. Se aprecia una diferencia de más de seis puntos porcentuales entre el agua consumida y el índice de impacto

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
		2013	Kg de espárrago	001	

hídrico, esto se debe principalmente al impacto ocasionado por el consumo de la Urea que incluye su producción desde amonio y dióxido de carbono, además el transporte de productos intermedios. Tener este conocimiento permite a la empresa tomar decisiones para disminuir sus impactos, por ejemplo mejorando el sistema de riego o identificando fugas en el sistema actual.

3.3.2. Impactos potenciales en salud humana y calidad de los ecosistemas

Además del Índice de Impacto Hídrico, la metodología incluye impactos potenciales de punto final en salud humana y en calidad de los ecosistemas. Estos indicadores presentan impactos tanto por reducción de la disponibilidad de agua, al hacer un uso consuntivo del recurso, como por alterar la calidad de cuerpos receptores, lo que se traduce en impactos por toxicidad hacia los seres vivos en general. A continuación, se muestran los impactos comentados para el sistema en estudio.

Los insumos más importantes de la cadena de suministros y que contribuyen en los impactos en la salud son el sulfato de cobre cristalizado (36.79%) seguido de la urea (26.60%), el paecilomyces lilacinus (17.89%) y el cloruro de potasio (5.64%). En los consumos indirectos la electricidad es el más importante.

En el cálculo de estos impactos se usaron los mismos supuestos de calidad de efluentes que en el caso del WIIX. Nuevamente los colores dominantes indican donde se encuentran los mayores impactos generados.

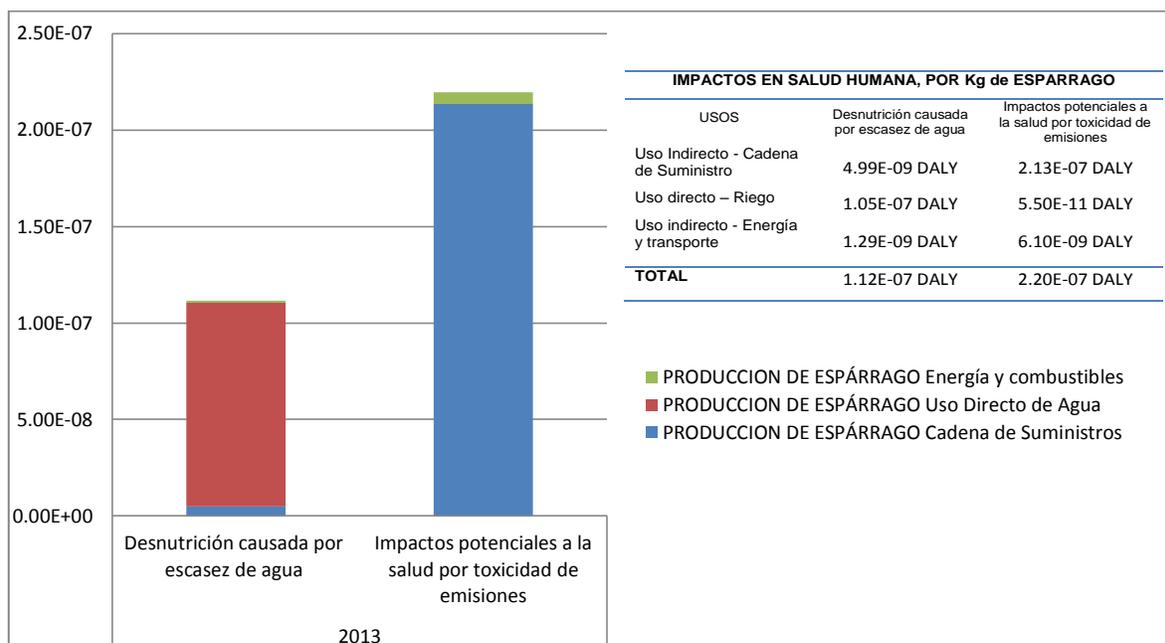


Figura 11. Impacto potencial en la salud humana

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

Según el análisis de huella hídrica efectuado, 1 Kg de espárrago producido durante el 2013 en los campos de cultivo de Camposol tiene un impacto en la salud humana de 3.31 E-07 DALY/UF. Los mayores impactos en la salud humana están asociados a la cadena de suministros 65.94% (2.18 E-07 DALY/UF), el 31.83% (1.05 E-07 DALY/UF) corresponde a los consumos directos y el 2.23% (7.39 E-09 DALY/UF) corresponde a los consumos indirectos por energía y transporte.

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
		2013	Kg de espárrago	001	

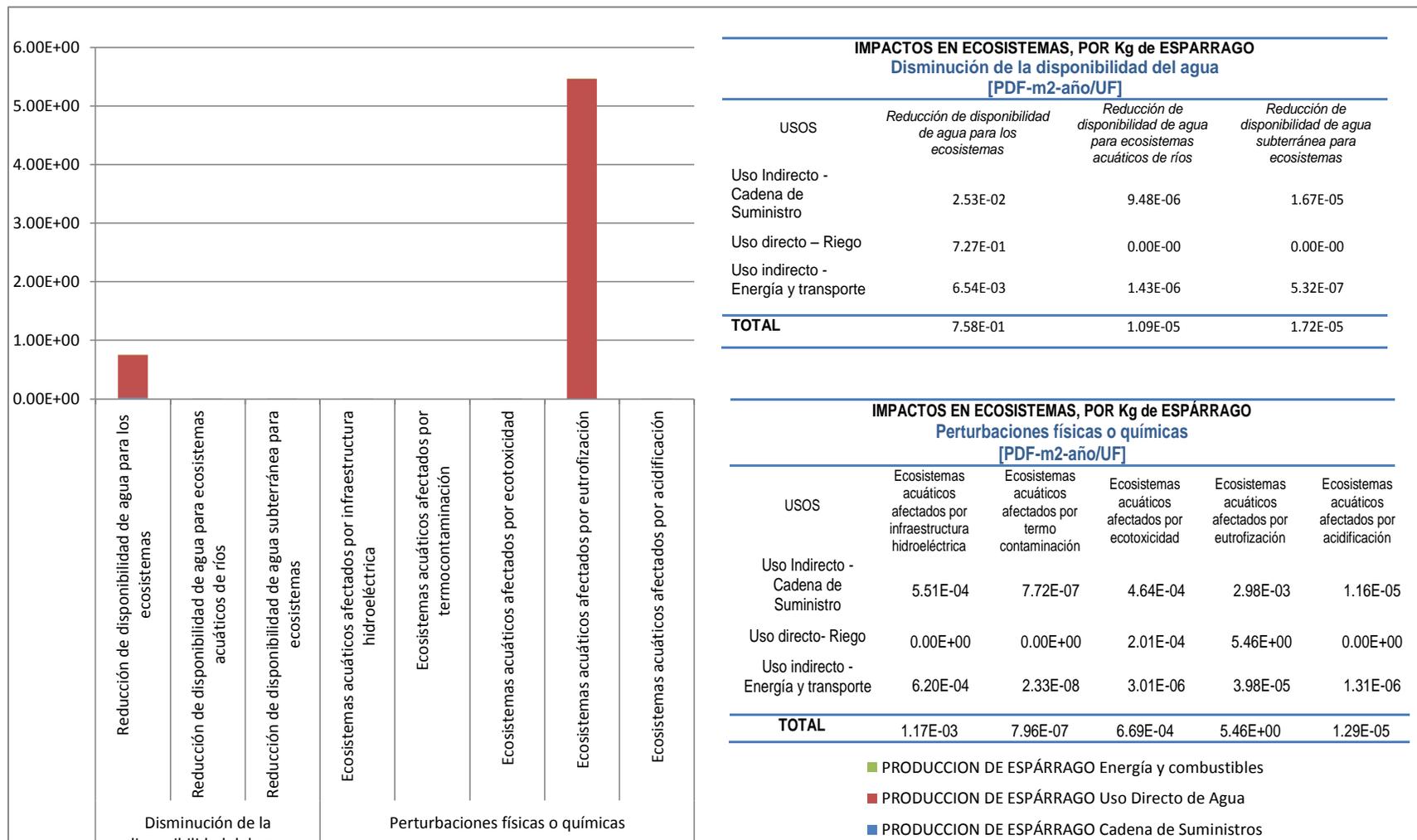


Figura 12. Impacto Potencial en la calidad de los ecosistemas

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

Según el análisis de huella hídrica efectuado, 1 Kg de espárrago producido en el 2013 en los campos de cultivo de Camposol, tiene un impacto en el Ecosistema de 6.22 PDF-m2-año/UF. El 88% de todo el impacto en ecosistemas se atribuye a perturbaciones físicas o químicas, principalmente afectación por eutrofización (99%).

4. DISCUSION

Todas las dimensiones de inventario e impacto de punto medio y final pueden resumirse en el siguiente cuadro, denominado “Matriz de puntos críticos”.

HOTSPOTS 2013	Agua Consumida Huella Hídrica	Impacto Hídrico WIIX	Impacto en Salud Humana	Impacto en Ecosistemas
Cadena de Suministros	0.68%	7.83%	65.94%	0.47%
Usos Directos	99.15%	89.81%	31.83%	99.41%
Energía y combustibles	0.17%	2.36%	2.23%	0.12%

Tabla 18. Puntos críticos de análisis de huella hídrica Espárrago (2013)

i) 50 – 100%: Tonos rojos de menor a mayor intensidad, ii) 0 – 50%: Tonos verdes de mayor a menor intensidad.

La tabla 18 muestra los puntos críticos, resumiendo todo el perfil de análisis de huella hídrica desarrollado. Se pueden identificar los cuatro grupos medidos: Agua Consumida, Impacto Hídrico - WIIX, Impacto en la Salud Humana, Impacto en la Calidad de los Ecosistemas; versus las categorías de uso.

De la tabla 18 se puede concluir que el impacto generado por el consumo de agua utilizada para riego es el que tiene mayor importancia, el 99.15% por agua consumida, 89.81% por impacto Hídrico WIIX, 31.83% por impacto potencial en Salud Humana y 99.41% por impacto potencial en ecosistemas.

El estudio realizado por Stoessel et. al (2012), concluye que los cultivos de espárrago requieren en promedio para irrigación 2,000 litros de agua por kilogramo, el estudio de Stoessel fue realizado utilizando como referencia 12 países.

En el caso de Perú, Stoessel, concluye que se utilizan 1,424 litros de agua por kilogramo de espárrago para riego, este valor es similar al agua utilizada por Camposol (1,307 litros/kg).

A continuación, detalles sobre el análisis de cada aspecto de la huella hídrica de la CTA.

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

4.1. Agua consumida

El estudio ha identificado que el consumo de agua en el riego del espárrago es el más importante a pesar de que la empresa ha implementado un sistema de riego cuya eficiencia es del 90%, es decir la planta aprovecha casi el total del agua, tan solo el 10% del agua que es utilizada en el riego se evapora.

Los consumos en este tipo de actividad generalmente representan valores muy elevados, sobretodo en el Perú porque los sistemas utilizados son menos sofisticados y representan un mayor consumo al utilizar directamente el agua del canal de riego, por ejemplo en un estudio realizado en el 2012 por la Autoridad Nacional del Agua de Perú (Huella Hídrica del Espárrago, Autoridad Nacional del Agua, Oficina del Sistema Nacional de Información de Recursos hídricos - 2012) se determinó que el promedio de consumo de agua es de 3,419 litros por kg de espárrago.

4.2. Índice de impacto hídrico, WIIX

El WIIX directo es afectado por el consumo de agua y por la calidad de los afluentes y efluentes. Para reducir los impactos en el agua, la empresa debe tener en su estrategia planes para reducir el consumo de agua, tratamiento de agua residual doméstica e industrial.

Los campos de cultivo de Camposol están ubicados en una zona con un índice de estrés hídrico bajo (0.0812) pero como el volumen de agua utilizada para la producción de espárrago es el principal insumo se puede apreciar que el WIIX tiene una diferencia considerable (89.81%) en comparación con los usos indirectos por cadena de suministros, energía y transporte.

Si realizamos un análisis en la cadena de suministros que tienen mayor impacto hídrico. Se identifica a la Urea (80.03%), el proceso de la base de datos de Ecoinvent asociado a este insumo considera el amoníaco y el dióxido de carbono, además el transporte de los insumos intermedios.

4.3. Impactos potenciales en salud humana y calidad de los ecosistemas

4.3.1. Impactos potenciales en la salud humana

Desde la perspectiva del uso, en el análisis de impactos potenciales en salud humana se observa que el mayor orden de importancia lo tiene el uso indirecto de agua por la cadena de suministros. Alcanza un 65.94% de representatividad.

Los impactos potenciales por toxicidad en salud humana se encuentran en el orden de magnitud de 2.20×10^{-7} DALY/Kg de espárrago, y los impactos potenciales por desnutrición en el orden de

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

1.12×10^{-7} DALY/Kg de espárrago. Los impactos por toxicidad se deben a la emisión de contaminantes que potencialmente producirían enfermedades en la población, y los impactos por desnutrición, a la falta de agua para riego del sector agrícola debido al consumo de agua para otros fines, lo que potencialmente produciría falta de alimento y por lo tanto desnutrición de la población.

En conclusión, es la alteración de la calidad físico-química del recurso hídrico atribuible al consumo de sulfato de cobre cristalizado en la cadena de suministros, la que posee la mayor representatividad de todos los insumos (36.79%)

4.3.2. Impactos potenciales en la calidad de los ecosistemas

Desde la perspectiva del uso, en el análisis de impactos potenciales en la calidad de ecosistemas se observa que el mayor orden de importancia (99.41%) lo tiene el uso directo de agua para el riego de espárrago, tal cual sucede en el análisis de agua consumida y WIIX.

Desde la perspectiva del tipo de impacto, el impacto potencial para la calidad de los ecosistemas más relevante es la perturbación por eutrofización (99%). Esta es atribuida principalmente a la cadena de suministros (69.45%) y el uso directo de agua para riego (30.10%) y al uso indirecto por electricidad y transporte (0.45%).

La reducción de disponibilidad de agua para ecosistemas mide el impacto potencial en los ecosistemas causado por consumo de agua dulce. Este indicador de categoría de impacto tiene en cuenta el daño a la vegetación por menor disponibilidad de agua debido al consumo de agua para otros fines. Las perturbaciones por eutrofización miden el impacto potencial en los ecosistemas de agua dulce causado por eutrofización. Este indicador de categoría de impacto tiene en cuenta los daños a la biodiversidad de los ecosistemas de agua dulce por emisión de fósforo y/o otras sustancias eutrofizantes.

4.4. Análisis de sensibilidad

Debido a la importancia del agua como principal insumo utilizado para el crecimiento de los cultivos, se ha elegido este para realizar el análisis de sensibilidad utilizando como referencia el sistema de riego tecnificado por goteo que utiliza Camposol.

A continuación se muestran algunos ejemplos con la eficiencia de aplicación del agua según el método de riego.

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional		Reporte
		2013	Kg de espárrago		001

Método de riego	Eficiencia de riego
Tendido	30 %
Surcos	45 %
Californiano	65 %
Aspersión	75 %
Microjet	85 %
Microaspersión	85 %
Goteo	90 %

Tabla 19. Eficiencia de aplicación del agua según el método de riego

De la tabla anterior se han extraído los sistemas de riego por surcos y aspersión y se ha extrapolado la cantidad de agua que usaría la empresa con estos sistemas de riego menos eficientes.

A continuación se muestran los resultados del análisis de sensibilidad considerando como escenario 1 el riego por aspersión y en el escenario 2 el riego por surcos.

PARÁMETRO DE HUELLA HÍDRICA	Escenario Base (goteo)	Escenario 1 (aspersión)	Escenario 2 (surcos)
Consumo total de agua m ³ /UF	1.319	1.404	1979
Consumo directo de agua m ³ /UF	1.308	1.393	1.968
WIIX total (m ³ eq/UF)	0.118	0.139	0.224
Impactos potenciales indirectos por toxicidad (DALY/UF)	3.41×10^{-7}	3.41×10^{-7}	3.41×10^{-7}
Impactos potenciales indirectos por desnutrición (DALY/UF)	1.12×10^{-7}	1.19×10^{-7}	1.65×10^{-7}
Impactos potenciales indirectos por reducción de disponibilidad de agua para ecosistemas (PDF*m ² *año/UF)	7.59×10^{-1}	8.06×10^{-1}	1.13
Impactos potenciales indirectos por contaminación (PDF*m ² *año/UF)	5.467	5.467	5.467

Tabla 20. Análisis de sensibilidad

Al utilizar los sistemas de riego con menor eficiencia podemos observar un cambio significativo en todos los indicadores referidos al consumo de agua y sus impactos, esto principalmente porque se está utilizando más agua de la que en la actualidad emplea la empresa.

En el escenario 1, sistema de riego por surcos, se consideran las siguientes diferencias:

- El consumo de agua incrementa en 85 litros por Kg de espárrago
- El WIIX incrementa en 0.021 m³eq por Kg de espárrago

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

- Los impactos potenciales indirectos por desnutrición en la salud humana incrementa en 0.07×10^{-7} DALY por Kg de espárrago
- Los impactos potenciales indirectos por reducción de disponibilidad de agua para ecosistemas incrementan en 0.47×10^{-1} PDF*m²*año por Kg de espárrago

En el escenario 2, sistema de riego por surcos, se consideran las siguientes diferencias:

- El consumo de agua incrementa en 660 litros por Kg de espárrago
- El WIIX incrementa en 0.160 m³eq por Kg de espárrago
- Los impactos potenciales indirectos por desnutrición en la salud humana incrementa en 0.53×10^{-7} DALY por Kg de espárrago
- Los impactos potenciales indirectos por reducción de disponibilidad de agua para ecosistemas incrementan en 0.371 PDF*m²*año por Kg de espárrago

La información obtenida luego del análisis de sensibilidad ratifica que la tecnología empleada actualmente por la empresa, es decir el sistema de riego tecnificado por goteo, es la adecuada, pueden existir otros sistemas más eficientes pero se concluye que la empresa aprovecha eficientemente el agua extraída.

5. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Los resultados presentados están limitados a los objetivos y alcances mencionados en este reporte. Algunas de las limitaciones en los resultados presentados son:

- No se ha considerado los insumos para el mantenimiento de los equipos y maquinarias existentes en la planta de producción ya que no superaron el 2% de importancia en la asignación por importancia de porcentajes en costos.
- En el análisis de los consumos indirectos, el grado de incertidumbre de los procesos seleccionados es medio, debido a que los procesos de producción usados como referencia (Dataset de Ecoinvent/Quantis) no son particulares de Perú. Se han utilizado factores de regionalización para adaptarlos.
- Para la elección de los insumos en la cadena de suministros se ha realizado la “asignación por importancia de porcentaje en costos”, la cual considera la cantidad de los productos por el costo unitario, aquellos que superen el 2% de importancia se consideran en la matriz de cálculo.
- No se ha considerado el origen de los insumos en la cadena de suministros, se asumió como origen la ciudad local.
- Se ha asumido que el 10% del agua que no absorbe el espárrago se evaporada, es recomendable monitorear si existe parte del agua que se infiltre.
- En algunos casos se ha utilizado un modelo referencial para los insumos en la cadena de suministros.
- Se ha considerado el uso de los datos de un solo año para la producción de espárrago.

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los campos de cultivo de Camposol, se encuentran en una zona con bajo indicador de escasez hídrica acorde a Pfister et al. (2009). El WSI del lugar tiene un valor de 0.0812 y se ubica en la región costera. El WSI estima el estrés hídrico asociado al suministro y la demanda de agua en una zona determinada. La magnitud del WSI de la zona donde se encuentran los campos de cultivo de Camposol, indica que el riesgo de agotamiento es mínimo.

Del análisis de huella hídrica se pudo identificar la importancia de la gestión del recurso hídrico de uso directo cuando se analizan los consumos de agua, índice de impacto hídrico e impactos potenciales al ecosistema. Los resultados muestran que se relacionan a los consumos directos de agua por riego del espárrago. Al realizar el análisis de sensibilidad se demostró que al utilizar sistemas de riego diferentes (tecnologías diferentes) la evaluación varía sustancialmente en sus principales conclusiones debido al aumento de consumo agua.

Las principales recomendaciones son:

- A pesar de que el sistema de riego por goteo es eficiente, la empresa podría explorar alternativas para mejorar la eficiencia de riego en las plantaciones del espárrago, principalmente por las pérdidas que pueden existir en los terminales de goteo o por exposición y daño en la red de mangueras.
- El sulfato de cobre cristalizado como fertilizante representa un elevado impacto en la salud humana, la empresa podría explorar productos alternativos
- La urea es el suministro que genera mayor impacto sobre la calidad del agua, en los ecosistemas, para reducir los consumos e impactos, la empresa podría explorar productos alternativos.
- La frecuencia y el tiempo de riego debe ser calculado de acuerdo a la necesidad del cultivo de esta manera se evita la descarga de agua innecesaria
- Si bien el índice de estrés hídrico es bajo, la importancia que tiene el agua para el riego de los cultivos hace importante que se concentren todas las acciones de reducción en la mejora y optimización del sistema de riego.

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Hoekstra A., Chapagaing A., Aldaya M., Mekonnen M.** *The Water Footprint Assessment Manual, setting the global standard.* London Washington, DC : earthscan, 2011
- **Doka G.,** *Life Cycle Inventories of Waste treatment services, ecoinvent report N° 13, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dubenfort, December 2007.*
- **Hischier R.** *Life Cycle Inventories of Packagin and Grafical Papers, Ecoinvent Report N° 11, Swiss centre for Life Cycle Inventories. Dubendorf, 2007.*
- **Boulay et al.** 2011 Categorizing water for LCA inventory.
- **Rosenbaum R., et al.** *USEtox—the UNEP-SETAC toxicity model: recommended characterisation factors for human toxicity and freshwater ecotoxicity in life cycle impact assessment [Journal] // Internation Journal of Life Cycle Assessment. - 2008.*
- **ISO 14040:2006.** *Environmental management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework. 2006.*
- **ISO 14044:2006.** *Environmental management – Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines. 2006.*
- **ISO 14046.** *Environmental management - Water footprint — Principles, requirements and guidelines*
- **COSUDE. 2013.** *Resultados de la evaluación de la huella hídrica para el proyecto SuizAgua Colombia Fase I.* Bogotá : s.n., 2013.
- **Pfister S., Koehler A. and Hellweg** *Assessing the Environmental Impacts of Freshwater Consumption in LCA [Journal] // Environmental Science & Technology. - 2009. - 11: Vol. 43. - pp. 4098-4104.*
- **Hanafiah Maria [et al.]** *Characterization factors for water consumption and greenhouse gas emissions based on freshwater fish species extinction [Journal] // Environmental Science & Technology. - Zurich : [s.n.], May 16, 2011. - 12 : Vol. 45. - pp. 5272-5278.*
- **Goedkoop M. J [et al.], ReCiPe 2008,** *A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level [Online] // Report I: Characterisation. - January 6, 2009. - First edition. - <http://www.lcia-recipe.net>.*
- **Kounina [et al.]** *Review of methods addressing freshwater resources in life cycle inventory and impact assessment. [Publicación periódica] // International Journal of life cycle assessment (submitted). - 2011. - Anna Kounina; Manuele Margni; Annette Koehler; Jean-Baptiste Bayart; Anne-Marie Boulay; Markus Berger; Cecile Bulle; Rolf Frischknecht; Llorenç Mila-i-Canals; Masaharu Motoshita; Montserrat Nunez; Gregory Peters; Stephan Pfister.*
- **Van Zelm R. [et al.]** *Implementing Groundwater Extraction in Life Cycle Impact Assessment: Characterization Factors Based on Plant Species Richness for the Netherlands. Environmental Science & Technology 45: 629-635, 2011.*
- **Verones F. [et al.]** *Characterization factors for thermal pollution in freshwater aquatic environments. Environmental Science & Technology 44: 9364-9369, 2010. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21069953>.*

	INFORME DE MEDICION DE HUELLA HIDRICA				
	Campos de cultivo de espárrago en Camposol	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte	
	2013	Kg de espárrago	001		

- **Nemececk [et al.]** *Methods of assessment of direct field emission for LCI of agricultural production systems Data v3.0 (2012)*
- **Bayart Jean-Baptiste [et al.]** *A framework for assessing off - stream water in LCA [Journal] // The International Journal of Life Cycle Assessment. - 2010. - pp. 439-453.*
- **Jolliet O. [et al.]** *IMPACT 2002+: A new life Cycle Impact Assessment Methodology [Journal] Environmental Journal of Life Cycle Assessment – 2003.- 6: Vol 8-pp. 324 - 330*
- **Decreto Supremo N° 002 – 2008 – MINAM**
- **Decreto Supremo N° 021 – 2009 – VIVIENDA**
- **Huella Hídrica del Espárrago en el Perú** – Autoridad Nacional del Agua – Oficina del sistema nacional de información de recursos hídricos, 2012
- **Supporting Information Life Cycle Inventory and Carbon and Water FoodPrint of Fruits and Vegetables: Application to a Swiss Retailer** (Franziska Stoessel, et. al. 2012)

8. CRITICAL REVIEW REPORT

Date: **10 December 2015**
Reviewer (Internal independent expert): **Xavier Bengoa**
Quantis
EPFL Innovation Park, Bat D, 1015 Lausanne, Switzerland
+41 21 693 91 93
xavier.bengoa@quantis-intl.com

Study commissioner: **Camposol**
Study practitioner: Alejandro Conza (aconza@agualimpia.org), Blanca Alfaro (balfaro@agualimpia.org), Rony Laura (rlaura@agualimpia.org)

Title of the study and version of the report (date if relevant): **Análisis de huella hídrica a los campos de cultivo de Espárrago de Camposol acorde a la Norma ISO 14046**

This critical review was done based on the final report of the water footprint study, according to ISO 14'046. The water footprint study was realized by the practitioner with the scientific support of Quantis team along the study. Quantis ensured the relevance of the goal and scope, inventory, impact assessment and interpretation of the water footprint study.

I ensure that I, Xavier Bengoa, was not involved directly in the water footprint study realization and neither in the scientific support to the practitioner. I am an internal independent expert according to the definition of the critical review norm ISO 14'071. The critical review process ensured that:

- The methods used to carry out the LCA are consistent with ISO 14'046
- The methods used to carry out the LCA are scientifically and technically valid
- The data used are appropriate and reasonable in relation to the goal of the study
- The interpretations reflect the limitations identified and the goal of the study
- The study report is transparent and consistent

The answers and adaptations made in the report by the study practitioner were adequate and accepted by the reviewer.

#	Position	Reviewer comment	Reviewer recommendation	Response from the practitioner
1	General	The report does not mention whether the study applies to green or white asparagus. We assume it applies to green asparagus (i.e. espárrago triguero) since no plastic sheets are used to protect the field from sunlight. This should be clearly stated in the study description and study title.	Clarify and add “triguero” or “verde” in the study title and description, if relevant.	<p><i>El estudio ha analizado los campos de cultivo del espárrago sin distinguir entre blanco o verde.</i></p> <p><i>Se agregó en la descripción el siguiente párrafo:</i></p> <p><i>Los campos de cultivo de espárrago consideran la producción total de espárrago blanco y verde, en el 2013 la producción fue de 20,633 toneladas de espárrago blanco y 3,642 toneladas de verde, es decir el 85% del espárrago producido en el 2013 es blanco y el 15% verde.</i></p> <p><i>No se ha modificado el título</i></p> <p><i>El espárrago en Camposol no utiliza “mulch film”. El estudio de Stoessel et al (2012) menciona que esta técnica es usada para la producción de melón, fresa, plátano y piña.</i></p>

#	Position	Reviewer comment	Reviewer recommendation	Response from the practitioner
2	s. 2.2 (General description)	Figure 2 is unclear. Which stages are included and which are excluded? Here, it seems that washing and packaging are included.	Clarify and review figure accordingly.	<p><i>La figura 2 grafica el proceso productivo completo del espárrago. En el punto 2.2 se mencionan las etapas que se han considerado en el estudio.</i></p> <p><i>Para evitar confusiones se han excluido los procesos de Instalación y Empaquetado en la figura 2.</i></p>
3	s. 2.3 (Functional unit), s.2.4 (System boundaries), s. 2.6 (Inventory data), s. 2.7 (Data and assumptions)	Data was collected on a monthly basis from January to December 2013. However, the vegetative cycle of asparagus cultivation lasts 10 years, with yields varying from year to year. Typically, there is no (or very limited) production in the first year, then yields increase progressively until they reach their maximum for the last 5-6 years of cultivation. To account for the complete life cycle of asparagus production, data should therefore be collected over a complete 10 years cycle, and the average yield be used. There is currently no way to know, based on current information provided, if the yield used in the study is representative of this average yield over the 10 years cycle.	Document yields from year 1 to 10 and calculate average yield for use in the study. Justify why inputs of raw materials, energy and irrigation water collected for 2013 are representative of an average year within the 10 years cycle. If these are not representative of the average over 10 years, then calculate the average based on yearly data.	<p><i>Los campos de cultivo de espárrago de Camposol, son heterogéneos, es decir, en un mismo año se puede cosechar y sembrar espárrago a la vez.</i></p> <p><i>Se cosecha espárrago de los cultivos que aún no han culminado su ciclo de vida y se siembra en áreas con espárrago que ya culminaron su ciclo de vida.</i></p> <p><i>El estudio presentado considera un promedio de rendimiento en los campos de cultivo de 9.32</i></p>

#	Position	Reviewer comment	Reviewer recommendation	Response from the practitioner
				<p><i>toneladas de espárrago por hectárea en un año.</i></p> <p><i>En el 2013 el promedio de rendimiento para la producción de espárrago fue de 8.64 t/ha es decir similar al promedio de producción total, por ello se ha considerado el año de estudio como representativo y referencial.</i></p> <p><i>Se ha modificado en el punto 2.7</i></p>
4	s. 2.3 (Functional unit)	Packaging is excluded, while Figure 2 (p. 18) seems to show that it is included.	Rephrase or clarify	<p><i>Si. Se ha especificado en el subtítulo 2.3 lo siguiente: “el estudio no considera el empaquetado del producto”</i></p>
5	s. 2.3 (Functional unit)	The yield is 24,275.50 t/year. No information is provided on the yield per hectare.	Provide data on the yield per hectare.	<p><i>Ok, se ha modificado y ahora se muestra en el documento el rendimiento en términos de t/ha</i></p> <p><i>El rendimiento promedio en el 2013 para la producción de espárrago es 9.32 t/ha.</i></p>

#	Position	Reviewer comment	Reviewer recommendation	Response from the practitioner
6	s. 2.4 (System boundaries)	<p>The following description is unclear: “<i>El análisis de huella hídrica en Camposol fue a producto específico y no a toda la producción, por lo tanto el enfoque ACV usado fue “de la cuna a la puerta”, incluye las etapas de obtención de materias primas, insumos y energías (energía eléctrica y combustibles) usados en la producción de espárrago, que es almacenado quedando listo para su distribución. Se excluye la disposición final de los productos.</i>”</p> <p>The expression “from cradle to gate” does not relate to including or not the whole production. It refers to the fact that downstream stages from a specific stage, here the cultivation, are dismissed. Such stages may include transformation, packaging, distribution, consumption and end-of-life treatment. The word “production” used here is therefore misleading, and should be defined. The whole cultivation stage shall in all cases be included. Also, the description lacks information on transformation, packaging, distribution and consumption stages.</p>	Rephrase	<p><i>Se modificó el párrafo.</i></p> <p><i>El análisis de huella hídrica en Camposol considera el enfoque ACV “de la cuna a la puerta”, incluye el consumo de materias primas, energía eléctrica, combustible y agua para irrigación en la producción de espárrago fresco. Se excluye el empaquetado y la disposición final de los productos.</i></p> <p><i>De acuerdo a lo comentado el sistema se dividió en 3 grupos: i) Cadena de suministros, ii) Energía y combustibles, iii) Operación directa</i></p>

#	Position	Reviewer comment	Reviewer recommendation	Response from the practitioner
7	s. 2.5 (Allocation rules)	It should be stated how activities undertaken in the stages “Instalación” and “Inversión permanente” are allocated to the reference year (2013).	Add information on allocation for processes and activities occurring only once in the 10 years cultivation cycle.	<p><i>Se ha agregado el siguiente párrafo:</i></p> <p><i>La información utilizada en el presente estudio hace referencia a los consumos que se generaron el 2013. Se han considerado las etapas de “Instalación” e “Inversión permanente” porque Camposol en paralelo ejecuta estas actividades en los campos de cultivo en donde los antiguos cultivos de espárrago han culminado su ciclo de vida y se han sembrado nuevos cultivos.</i></p>
8	s. 2.7.3 (Energy) a. Electricity	It is not explained why electricity is used for on the farm. It it mainly for pumping water into the irrigation system?	Explain	<p><i>Ok, se ha agregado el siguiente párrafo:</i></p> <p><i>La electricidad es utilizada para el funcionamiento de los equipos de bombeo.</i></p>

#	Position	Reviewer comment	Reviewer recommendation	Response from the practitioner
9	s. 2.7.3 (Energy) b. and c. Fuels	It is not explained why trucks and motorbikes are used for on the farm.	Explain	<p><i>Ok, se han agregado los siguientes párrafos:</i></p> <p><i>Los camiones son utilizados para transportar el espárrago cosechado hacia la planta de procesamiento en donde son empaquetados y almacenados.</i></p> <p><i>Las motos son utilizadas como medio de transporte para la supervisión y monitoreo de los cultivos y del sistema de riego.</i></p>
10	s. 2.9 (Data quality assessment)	Qualification for “Precisión e integridad” and “Representatividad y consistencia” should be revised. Unless data was collected over 10 years, these cannot be rated as “good”	Review data quality rating or use data over the 10 years cultivation cycle.	<i>Ok, la información ha sido revisada y modificada.</i>
11	s. 2.9 (Data quality assessment)	Table 16 mentions that data was collected between January and December 2014, while it is stated in the report that the period was January to December 2013.	Edit	<i>Ok, la información ha sido corregida en la table 16</i>
12	3.1 (Direct water balance)	Direct water use is 1307 L/kg, which seems very high, especially for drip irrigation technology. Please check if	Please check	El cálculo es correcto, no hay error, se consumen 1307 l/kg.

#	Position	Reviewer comment	Reviewer recommendation	Response from the practitioner
		there isn't an error in the units.		<i>Referencia: El estudio de Stoessel et al (2012) ha calculado un ponderado usando la información de irrigación y rendimiento para el espárrago: Costa Rica: 854 l/kg Francia: 2028 l/kg Grecia: 2113 l/kg Israel: 3213 l/kg Hungría: 1136 l/kg</i>
13	4 (Discussion)	It would be interesting to put results in perspective to other studies, such as the one from Stoessel et al. (2012).	Compare study results to those of Stoessel et al. (2012)	<i>Ok, se agregó al estudio de Stoessel como referencia para la discusión</i>
14	4.5 (Study limitations)	The use of single year data is an important limitation to the current study. This should be highlighted.	Explain	<i>Ok, se agregó en limitaciones el siguiente texto: Se ha considerado el uso de los datos de un solo año para la producción de espárrago.</i>