

I.- Datos Generales

Código	Título
EC1729	Gestión inteligente de la huella hídrica (HH)

Propósito del Estándar de Competencia

Servir como referente para la evaluación y certificación de las personas que realizan la gestión inteligente de la huella hídrica (HH) en las empresas e instituciones públicas y privadas de los diversos sectores productivos del país, considerando la definición del objetivo y alcance, la organización del inventario hídrico, el análisis de la HH, la implementación de tecnologías avanzadas y la emisión de recomendaciones en la gestión inteligente de la HH.

Asimismo, puede ser referente para el desarrollo de programas de capacitación y de formación basados en Estándares de Competencia (EC).

El presente EC se refiere únicamente a funciones para cuya realización no se requiere por disposición legal, la posesión de un título profesional. Por lo que para certificarse en este EC no deberá ser requisito el poseer dicho documento académico.

Descripción general del Estándar de Competencia

El presente estándar considera la definición del objetivo y alcance de la HH mediante su documentación; la organización del inventario hídrico a partir de la estructuración de la base de datos; el análisis de la HH mediante su cálculo y la documentación del análisis preliminar; la implementación de tecnologías avanzadas en la gestión inteligente de la HH a partir de modelos predictivos y la utilización de alguna herramienta de modelado predictivo documentadas en un reporte; y la emisión de recomendaciones en la gestión inteligente de la HH mediante el diseño de estrategias y la elaboración del informe técnico.

El presente EC se fundamenta en criterios rectores de legalidad, competitividad, libre acceso, respeto, trabajo digno y responsabilidad social.

Nivel en el Sistema Nacional de Competencias: cuatro

Realiza actividades tanto rutinarias como impredecibles, aplica técnicas y principios básicos, recibe lineamientos generales y da orientación general e instrucciones específicas a subordinados y es responsable de sus actividades y las de sus subordinados.

Comité de Gestión por Competencias que lo desarrolló

De Gestión Inteligente de la Huella Ambiental

Fecha de aprobación por el Comité Técnico del CONOCER:

Fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación:

Periodo sugerido de revisión /actualización del EC:

4 años

Ocupaciones relacionadas con este EC de acuerdo con el Sistema Nacional de Clasificación de Ocupaciones (SINCO)

Grupo unitario

2221 Biólogos y profesionistas en ciencias del mar y oceanógrafos

2222 Químicos

2223 Ecólogos y profesionistas en ciencias atmosféricas

2231 Agrónomos

2612 Auxiliares y técnicos en ciencias biológicas, químicas y del medio ambiente

2992 Otros técnicos no clasificados anteriormente

Ocupaciones asociadas

Auditor ambiental

Licenciado en medio ambiente

Proyectista ambientalista

Biólogo

Químico

Agrónomo

Asesor y consultor agropecuario

Diseñador de sistemas de riego

Auxiliar y/o técnico en biología y oceanografía

Auxiliar y/o técnico en medio ambiente y ecología

Auxiliar y/o técnico químico (excluye a laboratorista clínico y químico industrial).

Ocupaciones no contenidas en el Sistema Nacional de Clasificación de Ocupaciones y reconocidas en el Sector para este EC

Asesor/Gestor/Consultor/Auditor ambientalista

Asesor/Gestor/Consultor/Auditor en sustentabilidad

Asesor/Gestor/Consultor/Auditor en sostenibilidad

Asesor/Gestor/Consultor/Auditor en huella hídrica

Ecólogo

Clasificación según el sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN)

Sector:

54 Servicios profesionales, científicos y técnicos.

Subsector:

541 Servicios profesionales, científicos y técnicos.

Rama:

5416 Servicios de consultoría administrativa, científica y técnica.

5417 Servicios de investigación científica y desarrollo.

Subrama:

54162 Servicios de consultoría en medio ambiente.

54171 Servicios de investigación científica y desarrollo en ciencias naturales y exactas, ingeniería, y ciencias de la vida.

Clase:

541620 Servicios de consultoría en medio ambiente.

541711 Servicios de investigación científica y desarrollo en ciencias naturales y exactas, ingeniería, y ciencias de la vida, prestados por el sector privado.

541712 Servicios de investigación científica y desarrollo en ciencias naturales y exactas, ingeniería, y ciencias de la vida, prestados por el sector público.

El presente EC, una vez publicado en el Diario Oficial de la Federación, se integrará en el Registro Nacional de Estándares de Competencia que opera el CONOCER a fin de facilitar su uso y consulta gratuita.

Organizaciones participantes en el desarrollo del Estándar de Competencia

- Comité Científico del Programa Mexicano del Carbono (PMC).
- Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). Centro de Investigación, Transferencia de Tecnología e Innovaciones Empresariales, A.C. (CITTIES).
- Consejo de Cámaras y Asociaciones del Estado de México (CONCAEM).
- Laboratorio Nacional SECIHTI para la Enseñanza e Innovación aplicando Cómputo de Alto Rendimiento (EICAR).
- Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx).
- Universidad Autónoma de Guadalajara (UDG).
- Universidad de Sonora (UNISON).
- Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV).

Aspectos relevantes de la evaluación

Detalles de la práctica:

- La demostración de la competencia podrá realizarse por medio de situaciones reales o la elaboración de casos que recreen los criterios de evaluación y las características establecidos en el presente estándar, así como los apoyos y requerimientos referidos en el EC.
- La evaluación del presente estándar podrá realizarse de manera presencial o remota utilizando las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC).
- Para el presente estándar se aceptará evidencia histórica con un máximo de dos años.

Apoyos/Requerimientos:

- Caso/situación de huella hídrica (HH) por calcular
- Datos primarios y secundarios recopilados.
- Paquetería para procesamiento de textos y de hoja de cálculo.
- Herramienta auxiliar para el cálculo de HH.
- Herramienta tecnológica de modelado predictivo.

Duración estimada de la evaluación

- 2 horas en gabinete y 30 minutos en campo, totalizando 2.5 horas

Referencias de Información

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop Evapotranspiration – Guidelines for Computing Crop Water Requirements (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
<http://www.fao.org/3/x0490e/x0490e00.htm>
- Boulay, A. M., Bare, J., Benini, L., Berger, M., Lathuillière, M. J., Manzardo, A., Margni, N., Motoshita, M., Núñez, M., Pastor A. V., Rodoutt, T., Worbe, S. & Pfister, S. (2018). *The WULCA consensus characterization model for water scarcity footprints: assessing impacts of water consumption based on available water remaining (AWARE)*. The International Journal of Life Cycle Assessment, 23, 368–378.
<https://doi.org/10.1007/s11367-017-1333-8>
- Hoekstra, A., Chapagain, A., Aldaya, M., & Mekonnen, M. (2011). Manual de evaluación de la HH Establecimiento del estándar mundial. Water Footprint Network.
- International Standard Organization. (2006). ISO 14044:2006 Gestión ambiental — Análisis del ciclo de vida — Requisitos y directrices.
- International Standard Organization. (2014). ISO 14046:2014(es) Gestión ambiental — Huella de agua — Principios, requisitos y directrices.
<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14046:ed-1:v1:es>
- Kuhn, M., & Johnson, K. (2013). Applied predictive modeling. Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6849-3>
- Project Management Institute. (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) – Seventh edition*. Newtown Square, PA: Project Management Institute.

II.- Perfil del Estándar de Competencia

Estándar de Competencia

Gestión inteligente de la huella hídrica (HH).

Elemento 1 de 5

Definir objetivo y alcance de la huella hídrica (HH).

Elemento 2 de 5

Organizar el inventario hídrico.

Elemento 3 de 5

Realizar el análisis de la huella hídrica (HH).

Elemento 4 de 5

Implementar tecnologías avanzadas en la gestión inteligente de la huella hídrica (HH).

Elemento 5 de 5

Emitir recomendaciones en la gestión inteligente de la huella hídrica (HH).

III.- Elementos que conforman el Estándar de Competencia

Referencia	Código	Título
1 de 5	E5422	Definir objetivo y alcance de la huella hídrica (HH).

La persona es competente cuando obtiene los siguientes:

PRODUCTOS

- El objetivo y alcance de la HH por gestionar documentado:
 - Incluye nombre y datos de contacto de la institución/usuario/comunidad solicitante de la HH por gestionar,
 - Incluye nombre y datos de contacto de la persona responsable de determinar la HH,
 - Contiene el tipo de HH que se va a gestionar,
 - Contiene la unidad/nivel de análisis de cálculo de la HH,
 - Contiene descrito el método/técnica de cálculo,
 - Contiene definido el límite del sistema de la HH por gestionar,
 - Contiene definida la unidad funcional de cálculo de la HH,
 - Incluye la cobertura geográfica y temporal de cálculo la HH,
 - Contiene definida la calidad de datos requerida para el cálculo de la HH.
 - Contiene la selección preliminar de categorías de impacto de la HH por gestionar, y
 - Está elaborada en formato digital de procesador de texto.

La persona es competente cuando posee los siguientes:

CONOCIMIENTOS

- Tipos y clasificaciones de Agua de acuerdo con la ISO 14046 vigente y la Water Footprint Network (WFN).
- Tipos de HH de acuerdo con la ISO 14046 vigente y la WFN.
- Las unidades/niveles de análisis para el cálculo de la HH de acuerdo con los establecido por la WFN.
- Los métodos y técnicas para el cálculo de HH de acuerdo con la ISO 14044: Análisis del ciclo de vida (ACV), enfoque por componentes (WFN), balance hídrico, estadístico, espacial y tecnológico.
- Categorías de impacto de la HH con base en la ISO 14046 vigente y la WFN.

NIVEL

Comprensión

Comprensión

Comprensión

Comprensión

Comprensión

La persona es competente cuando demuestra las siguientes:

ACTITUDES/HÁBITOS/VALORES

- Orden: La manera en que presenta de forma clara y comprensible el objetivo y alcance de HH por gestionar.

GLOSARIO

1. **Calidad de datos:** Se refiere al grado de precisión, fiabilidad, coherencia y actualidad de los datos utilizados en el cálculo de la HH. Incluye la veracidad de las fuentes, la representatividad de la información y el nivel de incertidumbre asociado. Indican si los datos son recopilados por día, mes, año, periodo correspondiente.
2. **Cobertura geográfica y temporal:** Se refiere al alcance espacial (región, cuenca, país, localidad, etc.) y el periodo de tiempo (año, temporada, ciclo productivo, etc.) considerados para el análisis de la HH. Esta cobertura permite contextualizar los resultados en función de las condiciones hidrológicas y socioambientales específicas.
3. **Huella hídrica (HH):** Se refiere al indicador del uso total de agua dulce, directa e indirecta, necesaria para producir los bienes y servicios consumidos por una persona, comunidad o empresa, considerando tanto los volúmenes utilizados y contaminados como su localización geográfica.
4. **Límite del sistema:** Se refiere al alcance del estudio al establecer qué procesos, actividades o etapas del ciclo de vida se incluyen o excluyen en el análisis de la HH. Determina el punto de inicio y de término del flujo del agua en el sistema evaluado.
5. **Parámetros ambientales/de consumo:** Se refiere a los factores y variables que afectan el uso y la calidad del recurso hídrico, como la precipitación, la evapotranspiración, la infiltración, el consumo de agua en procesos productivos, y los niveles de contaminantes.
6. **Unidad funcional:** Se refiere a la base cuantitativa que se utiliza para calcular y comparar la HH de un producto, servicio o proceso (por ejemplo, una tonelada de producto o un servicio prestado). Permite expresar los resultados de forma consistente y comparable.
7. **Unidad/nivel de análisis para el cálculo de la HH:** Se refiere a la escala sobre la cual se realiza el cálculo de la HH, que puede ir desde una etapa específica de un proceso, hasta el análisis de un producto completo, servicio, organización o territorio. Este nivel define el enfoque metodológico y la agregación de los datos.

Referencia	Código	Título
2 de 5	E5423	Organizar el inventario hídrico.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La persona es competente cuando obtiene los siguientes:

PRODUCTOS

1. **El inventario hídrico organizado:**
 - Contiene la recopilación de datos primarios conforme la calidad de datos establecida en el objetivo y alcance/la justificación de no incluir datos primarios,
 - Contiene la recopilación de datos secundarios/la justificación de no incluir datos secundarios ya que se realizará con datos primarios,

- Incluye la categorización de flujos por tipos de efluente y forma de uso, y
 - Los datos están organizados conforme al método/técnica de cálculo de la HH establecido en el objetivo y alcance,
 - Está elaborada en formato digital.
2. La/s base/s de datos del inventario hídrico estructurada/s:
- Contiene los parámetros ambientales/de consumo expresados en la unidad funcional establecida en el objetivo y alcance,
 - Incluye la totalidad de los datos para el intervalo de tiempo establecido por día/mes/año de acuerdo con la cobertura geográfica y temporal establecida en el objetivo y alcance,
 - Contiene el nombre de la/s fuente/s de la/s base/s de datos recopilada/s,
 - Indica la fecha de consulta de la/s base/s de datos recopilada/s, y
 - Está elaborada en formato digital.

La persona es competente cuando posee los siguientes:

CONOCIMIENTOS

1. La categorización de flujos por tipos de efluente.
2. La categorización de flujos por forma de uso de agua.

NIVEL

Aplicación
Aplicación

La persona es competente cuando demuestra las siguientes:

ACTITUDES/HÁBITOS/VALORES

1. Orden: La manera en que los datos del inventario hídrico están organizados, categorizados y estructurados.
2. Responsabilidad: La manera en que recopiló datos primarios/secundarios suficientes de acuerdo con el objetivo y alcance de la HH definidos.

GLOSARIO

1. Datos primarios: Se refiere a la información obtenida directamente mediante mediciones, encuestas, monitoreos o registros propios dentro del sistema evaluado. Estos datos reflejan con alta precisión las condiciones reales del proceso, producto o servicio analizado.
2. Datos secundarios: Se refiere a la información que proviene de fuentes ya existentes, como bases de datos, literatura científica, reportes técnicos, estudios previos o instituciones oficiales. Se utilizan para complementar, comparar o respaldar los datos primarios cuando éstos no están disponibles o son insuficientes.
3. Inventario hídrico: Se refiere al registro sistemático y cuantitativo de los flujos de agua utilizados y generados a lo largo del sistema evaluado. Incluye el volumen de agua consumida (azul, verde) y contaminada (gris), detallando entradas, salidas, pérdidas y emisiones de agua en cada etapa del proceso, producto o servicio.

Referencia	Código	Título
3 de 5	E5424	Realizar el análisis de la huella hídrica (HH)

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La persona es competente cuando obtiene los siguientes:

PRODUCTOS

1. El análisis hídrico preliminar documentado:
 - Incluye la representación gráfica de los patrones de consumo/uso hídrico por tiempo determinado/espacio/unidad funcional,
 - Incluye la/s emisión/es que afectan la calidad del agua en el cálculo de la HH,
 - Contiene la caracterización de la/s categoría/s de impacto de acuerdo con el objetivo y alcance definidos, y
 - Está elaborada en formato digital.
2. La huella hídrica (HH) calculada:
 - Contiene las dimensiones por unidad/nivel de análisis conforme al método/técnica de cálculo de la HH establecido en el objetivo y alcance,
 - Incluye el análisis de sensibilidad que describe la variación de los parámetros y el análisis de incertidumbre que refleja el error o rango de variación de cada parámetro con algún método estadístico/matemático,
 - Incluye la comprobación del valor/resultado de la HH y de la consistencia de la sensibilidad e incertidumbre considerando la coherencia y comparación de resultados con al menos dos datos secundarios de referencia,
 - Contiene la identificación de puntos críticos,
 - Contiene la identificación de procesos con mayor impacto,
 - Contiene la identificación de áreas de mejora, y
 - Está elaborada en formato digital.

La persona es competente cuando posee los siguientes:

CONOCIMIENTOS

1. Factores de caracterización de categorías de impacto.
2. Modelos de caracterización de categorías de impacto.
3. Métodos de análisis de sensibilidad e incertidumbre.

NIVEL

Aplicación
Aplicación
Comprensión

La persona es competente cuando demuestra las siguientes:

ACTITUDES/HÁBITOS/VALORES

3. Orden: La manera en que presenta de forma clara y comprensible los resultados del cálculo de la HH.
4. Responsabilidad: La manera en que realiza el cálculo de la HH de acuerdo con métodos y técnicas correspondientes al objetivo y alcance definido.

GLOSARIO

1. Análisis de sensibilidad e incertidumbre: Se refiere a la evaluación de cómo los cambios en los datos o supuestos del estudio pueden afectar los resultados del cálculo de la HH, permite identificar variables críticas y el grado de confianza en los resultados obtenidos.

2. Áreas de mejora: Se refiere a los aspectos identificados durante el análisis de HH donde es posible reducir el consumo de agua o minimizar su impacto, ya sea mediante cambios en procesos, materiales, tecnología o gestión.
3. Caracterización: Se refiere al proceso matemático mediante el cual los datos del inventario hídrico se transforman en un indicador de categoría de impacto aplicando un factor de caracterización
4. Categorías de impacto: Se refiere a una consecuencia ambiental relacionada con el uso del agua que se quiere evaluar. No tiene valor numérico.
5. Coherencia y comparación de resultados: Se refiere al grado en que los resultados del cálculo de HH son consistentes con los objetivos del estudio y permiten su comparación válida con otros estudios similares bajo criterios metodológicos equivalentes.
6. Emisiones que afectan la calidad del agua: Se refiere a descargas de sustancias químicas, biológicas o físicas al medio hídrico como resultado de actividades humanas, industriales o agrícolas.
7. Factor caracterización: Se refiere a un coeficiente numérico que se aplica como parte de la caracterización
8. Indicador de categoría de impacto: Se refiere a una medida cuantificable que representa el nivel de efecto ambiental dentro de una categoría de impacto. Si a una categoría de impacto se le aplica un factor de caracterización, se convierte en un indicador de categoría de impacto.
9. Patrón de consumo: Se refiere al conjunto de hábitos, preferencias y frecuencias con las que un individuo, comunidad o sector utiliza bienes y servicios que, directa o indirectamente, implican un uso de recursos hídricos.
10. Procesos de mejora: Se refiere al conjunto de acciones sistemáticas implementadas para optimizar el uso del agua y reducir los impactos ambientales identificados a través del análisis de la HH.
11. Puntos críticos: Se refiere a las etapas, procesos o componentes del sistema evaluado que generan un alto consumo de agua o impacto significativo, y que por tanto requieren atención prioritaria en la gestión hídrica.

Referencia	Código	Título
4 de 5	E5425	Implementar tecnologías avanzadas en la gestión inteligente de la huella hídrica (HH).

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La persona es competente cuando obtiene los siguientes:

PRODUCTOS

1. El reporte de la/s tecnología/s avanzada/s utilizada/s en la gestión inteligente de la HH documentado:

- Contiene descrito el modelo predictivo en el que se basa,
- Contiene descrita la herramienta tecnológica de modelado predictivo utilizada,
- Incluye gráficas/mapas/clústeres/salidas del modelo de análisis predictivo,
- Incluye los puntos críticos identificados con la herramienta tecnológica de modelado predictivo utilizada,
- Incluye los procesos de mayor impacto identificados con la herramienta tecnológica de modelado predictivo utilizada,
- Incluye las áreas de mejora identificadas con la herramienta tecnológica de modelado predictivo utilizada,
- Contiene las conclusiones de la comprobación y comparación de los puntos críticos identificados en el cálculo de la HH y con la herramienta de modelado predictivo,
- Contiene las conclusiones de la comprobación y comparación de los procesos con mayor impacto, identificados en el cálculo de la HH y con la herramienta de modelado predictivo,
- Contiene las conclusiones de la comprobación y comparación de las áreas de mejora, identificadas en el cálculo de la HH y con la herramienta de modelado predictivo, y
- Está elaborada en formato digital.

La persona es competente cuando posee los siguientes:

CONOCIMIENTOS

NIVEL

1. Las herramientas de modelado predictivo aplicables a la HH.

Comprensión

La persona es competente cuando demuestra las siguientes:

ACTITUDES/HÁBITOS/VALORES

5. Orden: La manera en que presenta de forma clara y comprensible el reporte de la/s tecnología/s avanzada/s utilizada/s en la gestión inteligente de la HH.

GLOSARIO

1. Clústeres/salidas del modelo de análisis: Se refiere a las agrupaciones de datos o resultados generadas por el modelo analítico que permiten identificar patrones, comportamientos o zonas con características particulares en términos de HH.
2. Herramienta de modelado predictivo: Se refiere a software o sistema computacional utilizado para simular escenarios futuros mediante el análisis de variables ambientales, de consumo o de producción, facilitando la toma de decisiones basada en la proyección de la HH, tales como; analítica predictiva, interpolación, ajuste, aprendizaje supervisado/no supervisado, entre otras.
3. Modelado predictivo: Se refiere al proceso de estimación anticipada del comportamiento de la HH mediante técnicas estadísticas o computacionales, a partir de datos históricos, ambientales y operativos.

Referencia

Código

Título

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La persona es competente cuando obtiene los siguientes:

PRODUCTOS

1. El informe técnico de la gestión inteligente de la HH elaborado:
 - Incluye los nombre y datos de contacto de la persona responsable de determinar la HH,
 - Contiene los resultados clave del cálculo de HH,
 - Contiene la propuesta de estrategia/s de gestión inteligente del recurso hídrico,
 - Contiene descritas las conclusiones técnicas, e
 - Incluye la propuesta de plan de seguimiento
2. La/s estrategia/s de gestión inteligente del recurso hídrico diseñada/s:
 - Contiene objetivo/s de tipo SMART y propósito/s de la/s estrategia/s,
 - Incluyen al menos una iniciativa/acción/actividad por cada punto crítico identificado
 - Incluyen al menos una iniciativa/acción/actividad por cada área de mejora identificada,
 - Incluye el mecanismo de medición/cuantificación para todas las iniciativas/acciones/actividades de las áreas de mejora y puntos críticos identificados,
 - Incluye el nombre, cargo y funciones de la/s persona/s responsable/s de implementar las estrategias de gestión inteligente del recurso hídrico,
 - Incluye el nombre, cargo y funciones de las partes interesadas en la gestión inteligente de la HH, y
 - Contiene descritos los recursos requeridos para su implementación.
3. El plan de seguimiento propuesto:
 - Contiene las iniciativas/acciones/actividades por realizar,
 - Contiene los nombre y rol/función de las personas responsables de su implementación, e
 - Incluye la calendarización de las iniciativas/acciones/actividades.

La persona es competente cuando posee los siguientes:

CONOCIMIENTOS

1. Fundamentos de la gestión de trabajo por proyectos.

NIVEL

Comprensión

La persona es competente cuando demuestra las siguientes:

ACTITUDES/HÁBITOS/VALORES

1. Iniciativa: La manera en que plantea acciones/actividades por cada punto crítico y área de mejora identificado/s en la/s estrategia/s.

GLOSARIO

1. Estrategias de mejora del uso del recurso hídrico: Se refiere al conjunto de acciones y medidas orientadas a optimizar el consumo de agua, reducir pérdidas, mejorar la eficiencia en procesos productivos y minimizar el impacto ambiental, basadas en los resultados del análisis de HH.
2. Objetivo/s de tipo SMART: Se refiere a la metodología para definir metas claras y alcanzables. El término SMART es un acrónimo del inglés Specific (claro y concreto), Measurable (medible), Achievable (alcanzable con los

- recursos disponibles, Relevant (relevante para el propósito establecido) y Time bound (plazo definido de cumplimiento).
3. Partes interesadas: Se refiere a toda/s aquella/s persona/s o instancia/s involucrada/s en la gestión de la HH.
4. Recursos requeridos: Se refiere a los de tipo material, humano, técnico y financiero necesarios para implementar la/s estrategia/s de gestión inteligente del recurso hídrico.