

DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD DE EDIFICIOS INDUSTRIALES EN EL NEA: ANÁLISIS DE CASOS SEGÚN SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN

DETERMINATION OF INDUSTRIAL BUILDING SUSTAINABILITY INDICATORS IN EL NEA: CASE ANALYSIS ACCORDING TO CERTIFICATION SYSTEMS

Arsuaga Sofia

Facultad de Ingeniería y Centro de Gestión Ambiental y Ecología, Universidad Nacional del Nordeste, Resistencia, Argentina.

sofiaarsuaga@gmail.com

RESUMEN

El objetivo fue identificar un conjunto de indicadores de sustentabilidad que podrían ser implementados en edificios industriales implantados en el Nordeste Argentino con el fin de reducir su impacto ambiental.

Se analizaron antecedentes de plantas industriales, dedicadas a diferentes actividades, con el fin de conocer las consideraciones sobre sustentabilidad en edificios. Son un total de 6 proyectos que cuentan con las siguientes características: Son naves industriales, recibieron algún reconocimiento en el ámbito de la arquitectura sustentable o certificaciones internacionales, son edificios que alojan industrias y requieren la presencia de operarios en su interior.

Por otra parte, se evaluaron las certificaciones de edificios sustentables LEED y EDGE, con el fin de identificar indicadores relevantes y desarrollar una serie de parámetros que se ajusten al sitio y al tipo de edificio analizado. Se analizó su composición (objetivos, indicadores, definiciones y clasificación) para su posterior evaluación en relación a los casos de estudio antes mencionados. El resultado fue un total de 46 indicadores de sustentabilidad, agrupados en 9 grupos de compatibilidad.

Esta propuesta aporta un grupo de incipientes indicadores locales y regionales que permiten configurar los requisitos para evaluar las alternativas a considerar para el diseño de plantas industriales en el NEA.

ABSTRACT

The objective was to identify a set of sustainability indicators that could be implemented in industrial buildings implanted in the Northeast of Argentina in order to reduce their environmental impact.

Backgrounds of industrial buildings, dedicated to different activities, were analyzed in order to learn about the sustainability considerations in buildings. There are a total of 6 projects that have the following characteristics: They are industrial buildings, they received some recognition in the field of sustainable architecture or international certifications, they are buildings that house industries and require the presence of operators inside.

On the other hand, the certifications of LEED and EDGE sustainable buildings were evaluated, in order to identify relevant indicators and develop a series of parameters that fit the site and the type of building analyzed. Its composition (objectives, indicators, definitions and classification) was analyzed

for later evaluation in relation to the aforementioned case studies. The result was a total of 46 sustainability indicators, grouped into 9 compatibility groups. This proposal provides a group of incipient local and regional indicators that allow configuring the requirements to evaluate the alternatives to consider for the design of industrial plants in the NEA.

PALABRAS CLAVES: Ambiente – Arquitectura - Industria

KEY WORDS: Environment - Architecture – Industry

Artículo RECIBIDO: 16/07/19 | **Artículo ACEPTADO:** 12/11/19

INTRODUCCIÓN

La región Nordeste se define en términos de la segmentación histórico-geográficas de la Argentina y está compuesta por las provincias de Chaco, Corrientes, Formosa y Misiones. A pesar de las notables diferencias en su actividad industrial, estas provincias también componen una región productiva común.

La actividad industrial, el nordeste argentino cuenta con un total de 17 parques industriales registrados por el “Registro Nacional de Parques Industriales” en marzo del año 2018. Representa el 9% del total nacional de 195. (Fuente: Registro Nacional de Parques Industriales - RENPI - Ministerio de Industria). Los trabajos realizados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación en el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero – GEI (2017), reflejan la problemática ambiental vinculada a la actividad industrial, a través de la cuantificación de emisiones y absorción de GEI por la acción antropogénica en la Argentina. En el análisis de la distribución por actividades, el inventario estima las emisiones por “procesos industriales” en 4% y “combustibles industriales” en 5%. Por otro lado, en relación a las emisiones vinculadas a la generación de energía, la categoría de “industria manufacturera y de la construcción” corresponde al 11%, con lo cual las emisiones causadas por la actividad industrial alcanzan el 20% del total estimado nacional. Esto pone de manifiesto la necesidad de trabajar sobre la calidad ambiental de las construcciones que alojan a las industrias, posibilitando un aporte significativo a la reducción de los impactos de esta actividad sobre el ambiente.

La propuesta de este trabajo consiste en la determinación de los indicadores de sustentabilidad que deberán ser considerados en edificaciones con destino industrial implantados en la región del NEA Argentina, con el fin de reducir los consumos de energía y materiales en su construcción y en su etapa de uso, para consecuentemente conseguir reducir el impacto ambiental que genera. Es importante destacar que este trabajo se centra en lo referido a las condiciones y características edilicias y las demandas de energía propias del edificio, sin tomar en consideración los usos específicos que pudieran demandar cada industria en particular para su proceso de producción específico.

En el marco del proyecto de una planta de reciclado de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) destinada a la región Nordeste Argentino (NEA), se desarrolla este trabajo como uno de los resultados obtenidos a partir de desarrollar, investigar y definir los lineamientos integrando principios de eficiencia energética y sustentabilidad para el diseño de esta planta.

METODOLOGÍA

Respecto a la metodología de trabajo utilizada, se evaluó una selección de certificaciones de edificios sustentables, con el fin de identificar indicadores relevantes y desarrollar una serie de parámetros que se ajusten al sitio y al tipo de edificio analizado. Se analizó su composición (objetivos, indicadores,

definiciones y clasificación) para su posterior evaluación en relación a los casos de estudio antes mencionados. Las certificaciones utilizadas para este trabajo son las siguientes:

- El sistema norteamericano de certificación voluntaria LEED. Evaluación de los indicadores definidos en el manual provisto “LEED Building Design + Construction”. Este sistema realiza la evaluación de estándares de diseño, métodos constructivos y métodos operativos. El análisis de la aplicación de esta certificación a edificios destinados a uso industrial, destaca algunas categorías como; evaluación de la localización de la industria, acceso a transporte de calidad para operarios, consideración de eficiencia energética y en el consumo de agua, evaluación de la calidad del aire interior.
- El sistema EDGE Creado por IFC, miembro del Grupo del Banco Mundial, certificación de construcción verde desarrollado para los mercados emergentes. Sistema de certificación de edificios a través de una aplicación en línea disponible gratuitamente. Se enfoca en la eficiencia de recursos y la mitigación del cambio climático, con el objetivo de proveer un sistema de certificación de edificios ecológicos a los mercados emergentes.

DESARROLLO

En este sentido, se evaluaron cada uno de los indicadores individualmente y en su conjunto. Se realizó un recorte de los indicadores y la adaptación para su aplicación a naves industriales. Se agruparon en nueve rubros en función del ámbito de aplicación en el proceso de diseño y construcción del edificio. El resultado es un conjunto de indicadores que en términos generales presentan similitudes con las certificaciones vigentes exceptuando algunas particularidades que se detallan a continuación.

El primer grupo de indicadores se denomina “Proceso integral de Diseño y Construcción”. Este grupo integra aquellos criterios vinculados a la etapa de anteproyecto, proyecto y construcción de la obra, su organización y materialización. Este indicador es de significativa importancia, ya que permite desarrollar proyecto que desde sus inicios desarrollan criterios de sustentabilidad, haciendo más sencilla su aplicación y ejecución en todas las etapas posteriores. Es así que los indicadores engloban, por un lado, las cuestiones vinculadas al equipo de trabajo participe del proyecto, donde la labor interdisciplinaria es un factor crucial para lograr un proyecto capaz de englobar los tres pilares de la sustentabilidad en forma conjunta, continua y coherente. Por otro lado, se incluyen los vinculados al manejo de residuos e impactos ambientales de la obra a través del desarrollo y ejecución de un plan de gestión de calidad ambiental y manejo de residuos en esta etapa.

Por otra parte, el grupo de indicadores de “Localización y sitio” enmarca lo referido al espacio físico elegido para materializar el proyecto y el tratamiento que se decida dar al mismo. Son aspectos relevantes en el caso de edificios de uso industrial, donde su actividad probablemente advierta un impacto importante sobre el ambiente, principalmente sobre la sociedad. Es por tal que, se prioriza en primer lugar el aprovechamiento de predios dedicados exclusivamente a la actividad industrial o, de no ser posible, aquellos que tengan en consideración las necesidades de la sociedad. Algunas de ellas relacionadas con, la lejanía a centros urbanos, la mitigación de impactos ambientales producidos por la industria en centros urbanos y la omisión de parcelas protegidas. Por otro lado en lo referido a las condiciones ambientales del sitio, se prioriza la elección de aquellos sitios denominados “sitios contaminados” que sufrieron impactos ambientales debido a otra actividad industrial en el pasado y que deben ser recuperados ambientalmente, la implementación en predios con bajo riesgo de inundación, acceso a servicios, y paralelamente, evitar el uso de sitios que contengan suelos con potencial productivo.

Respecto al grupo denominado “Transporte”, se refiere a la necesidad de desarrollar los proyectos en lotes que tengan acceso a medios de transporte público que permitan a los trabajadores y público el fácil traslado al predio y la infraestructura necesaria para su fácil acceso. Además, es importante la

reducción de emisiones vinculadas al transporte de las personas, por lo que se considera la implementación de estacionamientos de bicicletas y estacionamientos de bajo impacto.

Respecto a los indicadores de “Impacto local”, se refiere a aquellas estrategias que podrán reducir significativamente el impacto del edificio en el medio local a través de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Esto se podrá llevar a cabo a través de la reducción de las islas de calor (reducción de superficies impermeabilizadas), reduciendo la reflectividad de la envolvente a través de diferentes estrategias tecnológicas. Además, se propone la reducción de la contaminación lumínica y acústica, factor significativo en el rubro industrial, donde los procesos podrían generar importantes impactos de este tipo.

La “calidad ambiental de recursos” engloba los indicadores vinculados a los materiales elegidos para la materialización del proyecto. En este sentido, resulta prioritaria la implementación de productos que hayan obtenido algún tipo de clasificación ambiental, ya sea a través de etiquetas o declaraciones ambientales, donde se podría constatar de forma fehaciente las características ambientales de su proceso de producción. En Argentina, no se dispone de variedad de productos con estas características, por lo que también se considera la implementación de productos que reducen sus impactos en diferentes etapas de su vida útil, ya sea en la extracción y uso de recursos naturales, el proceso productivo o bien el transporte hasta llegar a ser dispuesto en obra (en este último caso, son ejemplo aquellos materiales que se producen en las proximidades de la obra y no demandan altos costos de transporte).

En el grupo denominado “Materiales y envolvente”, se evalúan criterios que aportan a la calidad de la envolvente térmica, en algunos casos vinculado a la calidad térmica de los materiales utilizados. Se expresan estrategias de aislación térmica de paredes, techo y pisos, utilización de pinturas de colores claros poco absorbentes, eficiencia térmica de ventanas (estrategias como DVH, materiales de marco y ruptor de puente térmico), relación de ventana-pared y sombreado exterior.

El grupo de indicadores “Calidad de Aire interior y confort” analiza, por un lado, aquellas estrategias que podrán aportar al mejoramiento de la calidad del aire en los espacios interiores y, otros criterios que, conjuntamente aportan al confort de ocupantes del edificio. Estos criterios se refieren a las problemáticas habituales, consideradas por las certificaciones (por ejemplo, emisiones de dióxido de carbono generadas por los propios ocupantes) y también, referida a los procesos industriales en sí mismos, propios de cada industria en particular.

Los indicadores vinculados a “Energía” tienen por objetivo reducir los daños ambientales consecuencia de los consumos excesivos de energía que demanda el edificio. Se evalúa la aplicación de procesos que incrementen eficiencia energética del sistema para reducción del consumo, utilización de energía renovable para compensar los costos energéticos del sistema y conjuntamente reducir la demanda de energía de red y el monitoreo de todos los procesos para conocer consumos, limitar fallas durante la vida útil. Estos criterios se refieren a los consumos previstos por certificaciones, como los de iluminación y climatización, y también a los procesos industriales en sí mismos, propios de cada industria en particular.

Por última el indicador “Agua” tiene por objetivo lograr reducir los consumos de este recurso en la vida útil del edificio. Para este fin, se prevén criterios de reducción de su consumo, recolección y uso de agua de lluvia o aguas grises. Estos criterios se reflejan del análisis de las certificaciones vigentes, considerando los consumos de tipo sanitarios. También se prevé la reducción en el uso de este recurso en los procesos industriales en sí mismos, propios de cada industria en particular.

Aspecto	Indicador de Sustentabilidad	Descripción
1 Proceso de Diseño y Construcción	1.1. <i>Proceso integrado de diseño y construcción</i>	Implementación de acciones para la sustentabilidad en todas las etapas del proyecto en forma integrada a través de un plan desde etapa de anteproyecto.
	1.2. <i>Intervención de equipo interdisciplinario</i>	En etapas de anteproyecto y diseño, participación de las distintas disciplinas aplicadas a los sistemas del edificio en forma conjunta y sinérgica.
	1.3. <i>Plan de gestión de calidad ambiental durante la etapa de construcción</i>	Prevención de contaminación en aire, agua y suelo a través del control de calidad ambiental. Reducción de fuentes contaminantes.
	1.4. <i>Planificación de la gestión de residuos de construcción y demolición</i>	Programa de mitigación de contaminantes por residuos de construcción. Reducción de desechos, reutilización, reciclado o disposición correcta según corresponda.
2 Localización Sitio	2.1. <i>Localización del proyecto</i>	Minimización de la afectación a la población por la implementación de la industria. Densidad reducida de población en las proximidades.
	2.2. <i>Localización en predios industriales</i>	Ubicación en predios destinados exclusivamente a uso industrial.
	2.3. <i>Protección de suelos</i>	Evitar la implementación de actividades industriales en parcelas protegidas, con capacidad de suelo productivo.
	2.4. <i>Utilización de parcelas contaminadas y Recuperación</i>	Implementación de industrias en predios contaminados luego de su evaluación ambiental y posterior recuperación ambiental.
	2.5. <i>Características morfológicas y riesgo</i>	Evaluación y determinación del sitio de implementación en consideración de riesgos de inundación hídrico-pluvial, estabilidad del suelo, etc.
3 Transporte	3.1. <i>Servicio de transporte público eficiente</i>	Posibilidad de acceso a transporte público. Instalaciones en el edificio que posibilitan su acceso, sendas peatonales, garitas en el ingreso al edificio.
	3.2. <i>Instalaciones para bicicletas</i>	Promoción del uso de medios de transporte de bajo impacto. Bicicletas incorporando infraestructura de aparcamiento e ingreso especial.
	3.3. <i>Reducción de impacto por estacionamientos</i>	Reducción del uso de suelo absorbente, fomentar la reducción del uso de automóviles. Reducir la superficie de estacionamientos o implementar sistemas que reduzcan su impacto.
4 Impacto local	4.1. <i>Aporte a la reducción de isla de calor</i>	Minimización de los efectos de la construcción sobre el ambiente a través de la reducción de isla de calor, en relación a la reflectancia solar.
	4.2. <i>Reducción de la contaminación lumínica local</i>	Reducción de la invasión de luz fuera de los límites del edificio y deslumbramiento.
	4.3. <i>Reducción de la contaminación acústica local</i>	Reducción de los niveles de ruido. Mantenerlos dentro de los límites definidos por reglamentos vigentes.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD DE EDIFICIOS INDUSTRIALES EN EL NEA:
ANÁLISIS DE CASOS SEGÚN SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN**

Arsuaga Sofía

5	Calidad Ambiental de recursos	5.1.	<i>Utilización de materiales catalogados ambientalmente</i>	Utilización de materiales que declaran su calidad ambiental a través de Declaraciones Ambientales de Productos o Etiquetas. Considerando los impactos de materiales a lo largo de todo su ciclo de vida.
		5.2.	<i>Reducción de impacto en extracción y producción de materiales</i>	Utilización de materiales con bajo impacto en su extracción, reducida demanda de recursos y reducida demanda de recursos y energía para su producción.
		5.3.	<i>Reducción en impacto por transporte</i>	Reducción de los costos ambientales por transporte a través de la utilización de materiales obtenidos y producidos en las proximidades.
		5.4.	<i>Reducción de impactos por residuos</i>	Reducción de residuos de materiales de construcción, reutilización, reciclado y utilización de materiales reciclados.
6	Materiales y envolvente	6.1.	<i>Sombreado exterior</i>	Implementación de elementos de sombreado exterior.
		6.2.	<i>Pinturas reflectantes</i>	Reducción de carga térmica a través de pinturas exteriores reflectantes.
		6.3.	<i>Aislamiento térmico en paredes, techo y pisos</i>	Aislamiento de la envolvente con el fin de reducir el intercambio de calor de ambiente interior-exterior.
		6.4.	<i>Eficiencia térmica de ventanas</i>	Implementación de tecnologías de reducción de la transmitancia térmica en ventanas. Materiales de baja transmitancia, ruptor de puente térmico, cristales de alto rendimiento, DVH.
		6.5.	<i>Relación de superficies pared-ventana</i>	Reducción de la cantidad de ventanas para limitar el ingreso de radiación directa y el intercambio de calor por acristalamiento.
7	Calidad de aire interior y Confort	7.1.	<i>Reducción de emisiones y gases contaminantes en el interior</i>	A través de la prohibición de tabaco, medición y mitigación de gases tóxicos para los ocupantes.
		7.2.	<i>Reducción de emisiones y gases contaminantes en el interior debido a la actividad industrial</i>	A través de la medición y mitigación de gases tóxicos con origen en la actividad industrial.
		7.3.	<i>Control de emisividad de materiales</i>	Mitigación de emisiones relacionadas a los materiales de construcción, amoblamiento y maquinarias.
		7.4.	<i>Monitoreo de calidad de aire interior</i>	Monitoreo de dióxido de carbono y otros gases (según el uso) que pudieran alterar la calidad de aire interior.
		7.5.	<i>Confort higrotérmico de ocupantes</i>	Monitoreo y acciones para lograr el confort higrotérmico de los ocupantes a través de procesos de climatización, sobre la base de condiciones de envolvente, ventilación natural y calidad de aire interior.
		7.6.	<i>Confort Acústico</i>	Monitoreo y acciones para lograr el confort acústico de los ocupantes
		7.7.	<i>Confort Lumínico</i>	Monitoreo y acciones para lograr el confort lumínico de los ocupantes. Reducción de deslumbramientos.
		7.8.	<i>Iluminación Natural</i>	Estrategias de iluminación natural adaptada a cada tarea diferentes.
		7.9.	<i>Ventilación Natural</i>	Diseño que incorpore estrategias de ventilación natural a través de circulación cruzada de aire.
		7.10.	<i>Evaluación e implementación de sistemas eficientes de ventilación forzada</i>	Implementación, en caso de necesidad, de sistemas de ventilación forzada eficientes.
		7.11.	<i>Vistas de calidad y áreas de descanso</i>	Desarrollo de vistas exteriores de calidad y espacios de descanso de calidad.
8	Energía	8.1.	<i>Eficiencia energética en iluminación</i>	Reducción del consumo de energía a través de la mejora de eficiencia de los sistemas.
		8.2.	<i>Eficiencia energética en climatización</i>	Reducción del consumo de energía a través de la mejora de eficiencia de los sistemas.
		8.3.	<i>Monitoreo energético del edificio</i>	Monitoreo de la demanda de energía de todos los sistemas del edificio.
		8.4.	<i>Producción de energía renovable</i>	Incorporación de tecnologías de producción de energía renovable acorde a las condiciones ambientales-climáticas de la zona.
		8.5.	<i>Sistemas de eficiencia energética según el tipo de industria</i>	Implementación de tecnologías que permitan el aprovechamiento energético de calor, gases, energía, etc. Según provea el tipo de industria evaluada

9	Agua	9.1.	Reducción de consumo de agua en sanitarios	Reducción del consumo de agua a través de sistemas de control en griferías y artefactos.
		9.2.	Reducción de consumo de agua en sistemas industriales	Reducción del consumo en los sistemas industriales en caso de demandar la industria.
		9.3.	Reducción de demanda de agua de riego	Reducción de demanda de agua de riego a través de la utilización de vegetación autóctona u otras estrategias.
		9.4.	Monitoreo de consumo de agua	Monitoreo del consumo de agua en todo el edificio.
		9.5.	Sistemas de recolección de agua de lluvia	Recolección y reutilización de agua de lluvia a través de superficies de cubierta
		9.6.	Reutilización de aguas grises	Tratamiento y posterior reutilización de aguas grises provenientes de lavatorios y duchas para descargas de inodoros y riego.
		9.7.	Tratamiento insitu de aguas residuales	Reutilización y tratamiento de aguas contaminadas por demanda sanitaria.
		9.8.	Tratamiento insitu de aguas residuales industriales	Reutilización y tratamiento de aguas contaminadas por demanda industrial.

Tabla 1: Indicadores de sustentabilidad para naves industriales. Fuente: elaboración propia.

Con el fin de diagnosticar el grado de aplicabilidad de estos indicadores, se realizó el relevamiento de información bibliográfica y de antecedentes académicos sobre casos de proyectos de plantas industriales reconocidas por haber aplicado criterios de sustentabilidad en etapas de diseño y/o construcción. En este sentido, se evaluaron plantas con implementación de criterios de bioclimatismo en su diseño, sistemas de iluminación natural, aplicaciones de ventilación natural y ventilación forzada y climatización artificial eficientes, entre otros.

Se analizaron antecedentes de plantas industriales, dedicadas a diferentes actividades, con el fin de conocer las consideraciones tomadas en cuenta sobre la sustentabilidad en estos edificios. Los casos analizados son seis edificios industriales que cuentan con las siguientes características comunes:

- Son naves industriales
- Recibieron algún reconocimiento en el ámbito de la arquitectura sustentable o certificaciones internacionales
- Son edificios que alojan industrias
- Requieren la presencia de operarios en su interior.

A continuación, en tabla N°2, se presenta un breve resumen de las características generales de los casos de estudio.

		Casos	Ubicación	Distinción
		1 Bodega Vitivinícola	Valle de Uco, Mendoza	BIA-AR 2018 "Técnica, artesanía e industria"
		2 Galpón de Esquila	A orillas del río Zurdo, extremo sur de la Patagonia Argentina	BIA-AR 2018 "Técnica, artesanía e industria"
		3 Fábrica de relojes Omega	Ciudad de Bienne, Suiza	Premio Pritzker 2014
		4 Plaza Logística Esteban Echeverría	En área urbana a 36 kilómetros de Buenos Aires	Certificación EDGE preliminar
		5 ALP Norte Logistics Park	Parque Industrial de Tatu, Ciudad de Tatu, Kenia.	Certificación EDGE final
		6 Parque Tecnológico Actiu	Castalla, Alicante, España	LEED GOLD para nuevas construcciones

Tabla 2: Casos de estudio analizados. Fuente: elaboración propia.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD DE EDIFICIOS INDUSTRIALES EN EL NEA:
ANÁLISIS DE CASOS SEGÚN SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN**

Arsuaga Sofía

Se analizaron los casos con el fin de conocer las consideraciones tomadas en cuenta a través de los indicadores provistos por las certificaciones. Se evaluaron un total de 46 indicadores organizados en 9 grupos.

Resulta importante destacar que en algunos casos la información resulta insuficiente para determinar la evaluación de ciertos indicadores. Además, en relación a cada tipo de industria y a sus demandas de energía y recursos en particular, los indicadores vinculados a estas demandas probablemente sufrirán variaciones sobre su aplicabilidad y niveles de prioridad. Por lo que deberán ser evaluadas individualmente en cada caso particular. Estos indicadores son los destacados en Tabla N°3 en color azul.

A continuación se presenta en Tabla N°3 el resultado del análisis, se indica en las columnas verdes los casos donde los criterios de sustentabilidad fueron evaluados e implementados en la propuesta y en las columnas rojas aquellas que no. En las columnas intermedias de color amarillo se indicar aquellos que fueron evaluados en forma reducida.

			CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4		CASO 5		CASO 6	
			Bodega Vitivinícola, Mendoza		Galpón de esquila, Patagonia		Fábrica de relojes, Suiza		Plaza Logística, Buenos		Logistics Park, Kenia		Parque tecnológico, España	
Aspecto	Indicador de Sustentabilidad		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	Proceso de Diseño y Construcción	1.1. Proceso integrado de diseño y construcción	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
		1.2. Intervención de equipo interdisciplinario		-		-	✓		✓		✓		✓	
		1.3. Plan de gestión de calidad ambiental durante la etapa de construcción		-		-	✓			-		-	✓	
		1.4. Planificación de la gestión de residuos de construcción y demolición		-		-	✓			-		-	✓	
2	Localización Sitio	2.1. Localización del proyecto	✓		✓			-		-	✓		✓	
		2.2. Localización en predios industriales		-		-		-		-	✓		✓	
		2.3. Protección de suelos		-		-	✓		✓		✓		✓	
		2.4. Utilización de parcelas contaminadas y Recuperación		-		-	✓		✓		✓		✓	
		2.5. Características morfológicas y riesgo	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
3	Transporte	3.1. Servicio de transporte público eficiente	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
		3.2. Instalaciones para bicicletas		-		-		-		-		-	✓	
		3.3. Reducción de impacto por estacionamientos		-		-		-		-		-	✓	
4	Impacto local	4.1. Aporte a la reducción de isla de calor		-		-		-		-	✓		✓	
		4.2. Reducción de la contaminación lumínica local		-		-		-		-	✓		✓	
		4.3. Reducción de la contaminación acústica local		-		-		-		-	✓		✓	
5	Calidad Ambiental de recursos	5.1. Utilización de materiales catalogados ambientalmente		-		-		-	✓		✓		✓	
		5.2. Reducción de impacto en extracción y producción de materiales		-		-		-	✓		✓		✓	
		5.3. Reducción en impacto por transporte		-		-		-	✓		✓		✓	
		5.4. Reducción de impactos por residuos		-		-		-	✓		✓		✓	

DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD DE EDIFICIOS INDUSTRIALES EN EL NEA:
ANÁLISIS DE CASOS SEGÚN SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN

Arsuaga Sofía

6	Materiales y envolvente	6.1.	Sombreado exterior			-			-	✓			✓								
		6.2.	Pinturas reflectantes	✓			✓			✓			✓			✓					
		6.3.	Aislamiento térmico en paredes, techo y pisos			-			-	✓			✓			✓					
		6.4.	Eficiencia térmica de ventanas			-			-	✓					-					-	✓
		6.5.	Relación de superficies pared-ventana	✓					-			✓			✓						
7	Calidad de aire interior y Confort	7.1.	Reducción de emisiones y gases contaminantes en el interior	✓			✓			✓				-					-	✓	
		7.2.	Reducción de emisiones y gases contaminantes en el interior debido a la actividad industrial	✓			✓			✓					-					-	
		7.3.	Control de emisividad de materiales			-			-			✓			✓					✓	
		7.4.	Monitoreo de calidad de aire interior			-			-						-					-	
		7.5.	Confort higrotérmico de ocupantes	✓			✓			✓					✓					✓	
		7.6.	Confort Acústico			-			-			✓			✓					✓	
		7.7.	Confort Lumínico	✓			✓			✓					✓					✓	
		7.8.	Iluminación Natural	✓			✓			✓					-					✓	
		7.9.	Ventilación Natural	✓					-						-					-	✓
		7.10.	Evaluación e implementación de sistemas eficientes de ventilación forzada			-			-	✓					-					-	✓
		7.11.	Vistas de calidad y áreas de descanso	✓			✓			✓					✓					✓	
8	Energía	8.1.	Eficiencia energética en iluminación			-			-	✓				-					✓		
		8.2.	Eficiencia energética en climatización			-			-	✓					-				✓		
		8.3.	Monitoreo energético del edificio			-			-	✓					-				-	✓	
		8.4.	Producción de energía renovable			-		✓		✓					-				✓		
		8.5.	Sistemas de eficiencia energética según el tipo de industria			-			-	✓					-				-		
9	Agua	9.1.	Reducción de consumo de agua en sanitarios			-			-	✓				✓					✓		
		9.2.	Reducción de consumo de agua en sistemas industriales			-			-	✓					-				-		
		9.3.	Reducción de demanda de agua de riego	✓			✓					✓			✓				✓		
		9.4.	Monitoreo de consumo de agua			-			-						-				-		
		9.5.	Sistemas de recolección de agua de lluvia			-			-						-				-		
		9.6.	Reutilización de aguas grises			-			-						-				-		
		9.7.	Tratamiento insitu de aguas residuales			-			-						-				-		
		9.8.	Tratamiento insitu de aguas residuales industriales			-			-						-				-		

Tabla 3: Evaluación de los casos de estudio por los indicadores de sustentabilidad para naves industriales.
-Indicadores marcados en color azul: Indicadores específicos a evaluar en cada actividad industrial en particular.
Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Como resultado de este análisis se obtiene el estudio individual de los casos en base a los indicadores de sustentabilidad utilizados.

GRUPOS DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD		PORCENTAJE DE CRITERIOS CONSIDERADOS. POR GRUPO	PORCENTAJE DE APLICACIÓN DEL GRUPO. SOBRE EL TOTAL
1	Proceso de Diseño y Construcción	58%	13%
2	Localización Sitio	70%	16%
3	Transporte	44%	10%
4	Impacto local	33%	8%
5	Calidad Ambiental de recursos	50%	11%
6	Materiales y envolvente	60%	14%
7	Calidad de aire interior y Confort	61%	14%
8	Energía	47%	11%
9	Agua	19%	4%

Tabla 4: Porcentaje de implementación de grupos de indicadores de sustentabilidad para naves industriales en casos de estudio. Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos del análisis de casos se resumen en la Tabla N°4. Los valores de la columna “Porcentaje de criterios considerados. Por grupo” representan la cantidad de indicadores que fueron considerados en los proyectos por cada uno de los grupos. Se puede observar que los grupos “Agua”, “Impacto Local” y “Transporte”, son aquellos donde los criterios aplicados en el proyecto son menos de la mitad del total, alcanzando un 19% para el caso de “Agua”, el menos considerado de ellos. Esto podría deberse a los reducidos niveles de demanda de consumo de agua en las actividades consideradas, por lo que los proyectistas deciden poner los esfuerzo en indicadores con mayor peso sobre el total de los consumos e impactos, como podría ser el referente a “Energía”. Por otro lado el grupo de “Localización” presenta el mayor porcentaje de indicadores aplicados alcanzando el 70%. Estos indicadores son de gran relevancia para la reducción de impactos inmediatos sobre las concentraciones urbanas y en general, de bastante sencilla aplicación, ya que la población es considerablemente más consciente y conservadora sobre ellos, sobre todo en el caso de la actividad industrial.

Por otro lado, la columna “Porcentaje de aplicación del grupo. Sobre el total” representa la incidencia de cada uno de los grupos en el total de indicadores aplicados a los casos. En este sentido, los grupos considerados principalmente son los de “Localización”, “Materiales y Envolvente” y “Calidad de aire interior y Confort”. Por otro lado, se refleja consecuentemente que el grupo considerado en menor medida es el referido a “Agua”. En general, la aplicación de cada uno de los grupos de indicadores en relación al resto es constante, por lo que podemos decir que en los casos de estudio los criterios de sustentabilidad desarrollados se evalúan en proporciones similares.

CONCLUSIONES

El rubro de la construcción y también el industrial, representan importantes aportes a los efectos del cambio climático a través de las emisiones de dióxido de carbono y todo tipo de gases de efecto invernadero. Estos gases tienen origen en toda la vida útil del edificio, desde la extracción de materia prima, el proceso productivo de materiales y maquinarias, el proceso constructivo en sí mismo y toda la vida útil incluida su disposición final. También, los procesos industriales hacen su aporte a estas emisiones, a través de la demanda de recursos naturales, su extracción y el uso de energía para su industrialización. Es por esto que la contribución de aplicaciones de criterios de sustentabilidad es significativa en ambos sentidos.

Los indicadores de sustentabilidad aplicados a edificios industriales se desarrollaron con la intención de lograr reducir el impacto ambiental que generan en el ambiente.

El resultado de este trabajo es un listado de indicadores que permiten el desarrollo de proyectos que, a través de la aplicación de estrategias de planificación, diseño, tecnologías y buenas prácticas, logran desarrollar edificios que desde su proyecto y elección de materiales, su construcción, el desarrollo de su vida útil y su disposición final, generan impactos ambientales reducidos en relación a las construcciones estándares y, conjuntamente, la calidad ambiental y condiciones de confort de sus ocupantes se ven potenciadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Akcil, A. (2016). WEEE: Booming for sustainable recycling. *Waste Management*, 57, 1–2. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.10014>
- Alías, H. y Jacobo, G. (2007). Optimización energética de la edificación arquitectónica, una necesidad actual. "Revista Hábitat" (Julio 2007). Buenos Aires, Argentina.
- Alías, H. y Jacobo, G. (2008). Construcción sostenible. Materiales de construcción energética y ambientalmente eficientes en el Nordeste de Argentina. *Boletín CF+S* 35. Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X.
- Czajkowski J. y Gomez A. F. (2009). *Arquitectura Sustentable*. Editorial Clarín.
- International Finance Corporation (2018). *EDGE User Guide - Version 2.1 Last Modified 2018.11.27 - Corresponds to EDGE Software Versión 2.1*
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2017). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero*.
- Registro Nacional de Parques Industriales (2018). *Listado de Parques Industriales inscriptos en el RENPI*.
- Spain Green Building Council (2014). *Documento de ayuda del Spain Green Building Council – LEED v4 para diseño y construcción de edificios*
- Spain Green Building Council (2014). *LEED Building Design + Construction*.
- Vidal C., Bravo J., Cajiao E., Meza P., Arango S., Leyton D., Calderón J. *Guía Metodológica para la priorización de proyectos: Un enfoque aplicado a la infraestructura, la logística y la conectividad*. ISBN: 978-958-8347-65-3