

Pero, durante el período de 79 años que abarca el LCA (hasta 2020), el costo del ciclo de vida de la estructura alternativa "barata" es de 748.912 dólares, frente a los 520.018 dólares del muelle de Progreso real, es decir, un 44% más.

Análisis de las diferencias económicas

Si en 1941 el muelle de Progreso se hubiera construido con varilla de acero al carbono en lugar de utilizar acero inoxidable, el material habría costado aproximadamente un 14% menos. Pero, si se consideran los gastos de mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción, las ventajas no son tan claras.

Tabla 1: Costos del ciclo de vida del diseño alternativo

Año	Actividad	Costo neto actual (en dólares de 1941)	
0	1941	Costo inicial del material	\$467 377
10	1951	Mantenimiento núm. 1	\$1 611
25	1966	Mantenimiento núm. 2	\$2 413
40	1981	Mantenimiento núm. 3	\$3 213
50	1991	Reconstrucción	\$465 046
60	2001	Mantenimiento núm. 1	\$1 603
75	2016	Mantenimiento núm. 2	\$2 401
79	2020	Valor residual	-\$194 754
Total		\$748 912	

Tabla 2: Costos del ciclo de vida del muelle de Progreso

Año	Actividad	Costo neto actual (en dólares de 1941)	
0	1941	Costo inicial del material	\$544 989
44	1985	Mantenimiento núm. 1	\$1 606
59	2000	Mantenimiento núm. 2	\$2 405
74	2015	Mantenimiento núm. 3	\$3 202
79	2020	Valor residual	-\$32 185
Total		\$520 018	

△ El calendario de reparaciones y los costos del ciclo de vida dan una clara ventaja al acero inoxidable. El "valor residual" refleja las conservadoras premisas sobre el muelle construido y otros 23 años de servicio (hasta 2041) para el diseño alternativo debido a la reconstrucción total de 1991 prevista en la simulación. Todas las cantidades son en dólares de 1941 y reflejan los ajustes por inflación y las tasas de descuento que figuran en el informe completo.

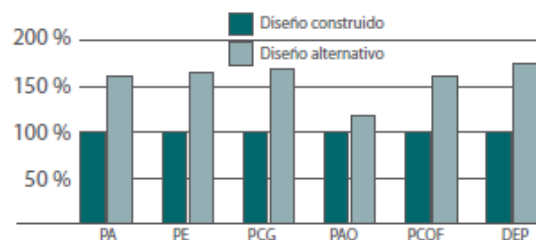
Análisis de las diferencias ambientales

Los impactos ambientales son más difíciles de medir que la inflación, pero la metodología de los LCA ha progresado con el tiempo y generalmente tiene como producto final un análisis del impacto del ciclo de vida (LCIA).

Tanto en el caso del muelle de Progreso como en el del diseño alternativo, las ventajas ambientales que reporta la varilla de acero inoxidable al níquel se perciben antes y son mayores que sus beneficios económicos. El gráfico 1 asigna al muelle de Progreso un "100" e ilustra el grado en que el diseño alternativo supera los impactos ambientales en porcentajes que van desde un 18% (agotamiento del ozono) hasta el 71% (demanda de energía primaria).

Pero, durante el período de 79 años que abarca el LCA (hasta 2020), el costo del ciclo de vida de la estructura alternativa "barata" es de 748.912 dólares, frente a los 520.018 dólares del muelle de Progreso real, es decir, un 44% más. Y las ventajas económicas del diseño construido ya están establecidas y no harán sino aumentar con el tiempo.

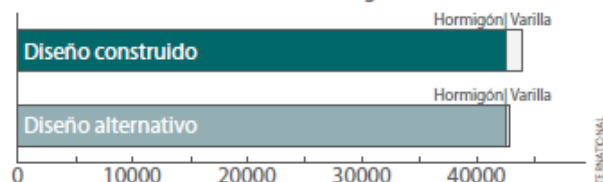
Gráfico 1: Impacto comparado con el diseño construido



PA: potencial de acidificación
 PCG: potencial de calentamiento global
 PCOF: potencial de creación de ozono fotoquímico
 PE: potencial de eutrofización
 PAO: potencial de agotamiento del ozono
 DEP: demanda de energía primaria

El gráfico 2 muestra dos factores importantes para el potencial de calentamiento global: en primer lugar, la enorme influencia del cemento/hormigón en el impacto general; y, en segundo lugar, la pequeña diferencia (aproximadamente el 3%) que para el total supone la elección del acero inoxidable frente al acero al carbono, diferencia que además desaparece al necesitar la estructura alternativa un primer mantenimiento a los 10 años, después del cual se acumulan los beneficios.

Gráfico 2: Potencial de calentamiento global



Potencial de calentamiento global (PCG) [Mg CO₂-eq]

△ Los dos muelles en 1941. La diferencia en el PCG de ambas estructuras desaparece tras el primer mantenimiento de la estructura alternativa a los 10 años, después del cual aumentan los beneficios del muelle de Progreso construido.

Un muelle sin edad

El LCA del muelle de Progreso indica que la decisión de utilizar acero inoxidable al níquel tomada hace más de 75 años reporta enormes ventajas financieras y ambientales.

Gracias a esa decisión ha sido y sigue siendo necesario extraer menos caliza de las canteras, pulverizar menos piedra para hacer agregados, desviar menos acero al carbono de otros usos, añadir menos productos químicos al hormigón para proteger la varilla de carbono de la inevitable agresión de los cloruros, e interrumpir menos el servicio del muelle para hacer reparaciones, renovaciones o sustituciones.

El capital, la mano de obra y los materiales que habrían sido necesarios para mantener una sola infraestructura en funcionamiento durante décadas han estado disponibles para otras actividades de desarrollo interno e industrial.

Y la historia continúa, ya que el muelle sigue funcionando pese a su constante uso industrial y a los rigores del clima y el entorno. Para los habitantes de la península de Yucatán, el muelle de Progreso ha sido un buen negocio desde el punto de vista económico y ambiental.