

Exploring sustainable factors during construction projects' life cycle phases

Exploración de los factores de desarrollo sostenible durante las fases del ciclo de vida de los proyectos de construcción

A. Enshassi ^{1*}, H. Al Ghoul*, S. AlKilani **

* Islamic University of Gaza, Gaza. PALESTINA

** University of New South Wales. AUSTRALIA

Fecha de Recepción: 15/10/2017

Fecha de Aceptación: 19/01/2018

PAG 51-68

Abstract

This paper explores the sustainable factors, which are taken into consideration by engineers during the holistic process of building Projects Life Cycle (LC) in the Gaza Strip. A total of 53 sustainable factors (economic, social, and environmental) were identified from extensive literature review and were modified according to the pilot study.

These factors are classified into 5 project LC phases: inception phase, design phase, construction phase, operation phase, and demolition phase. A questionnaire survey is adapted in this study. A total of 119 questionnaires were distributed randomly to engineers working in construction projects in the Gaza Strip to solicit their opinions regarding taking sustainability concepts into consideration. The results revealed 10 most important sustainable factors that were taken into consideration by engineers in the LC phases of the construction projects in Gaza Strip, which are classified as follows: 4 factors are classified under the inception phase, 3 factors under the design phase, 2 factors under the construction phase, and 1 factor under operation phase. The most common factors that are taken in consideration are: provision of services, standardization, community amenities, materials choice, and site security.

Keywords: Sustainability, consideration, construction projects, life cycle

Resumen

Este trabajo estudia los factores de sostenibilidad considerados por los ingenieros durante el proceso holístico del ciclo de vida de los proyectos de construcción en la Franja de Gaza. Una revisión extensa de la literatura existente sobre el tema permitió identificar 53 factores de sostenibilidad (económicos, sociales y medioambientales) que fueron modificados de acuerdo a un estudio piloto.

Estos factores fueron clasificados en 5 fases del ciclo de vida de los proyectos: fase de inicio, de diseño, de construcción, de operación y de demolición. Para el estudio, se realizó una encuesta tipo cuestionario. Se distribuyó al azar un total de 119 cuestionarios entre ingenieros que trabajaban en proyectos constructivos en la Franja de Gaza para conocer sus opiniones respecto de la toma en consideración de los conceptos de sostenibilidad. Los resultados revelaron los 10 factores de sostenibilidad más importantes considerados por los ingenieros durante las fases del ciclo de vida de los proyectos constructivos en la Franja de Gaza, los que se clasificaron de la siguiente manera: 4 factores se clasificaron bajo la fase de inicio, 3 factores bajo la fase de diseño, 2 factores bajo la fase de construcción y 1 factor bajo la fase de operación. Los factores más comunes son: provisión de servicios, estandarización, servicios comunitarios, selección de los materiales y seguridad en la obra.

Palabras clave: Sostenibilidad, consideración, proyectos de construcción, ciclo de vida

1. Introducción

Actualmente, la construcción sostenible se ha convertido en un tema importante ya que es uno de los enfoques considerados para lograr la sostenibilidad en todos los aspectos del desarrollo de la sociedad (Khalfan, 2006). El desempeño sostenible de un proyecto de construcción a lo largo de su ciclo de vida es un aspecto crucial para alcanzar el objetivo del desarrollo sostenible. Muchos investigadores han estudiado los factores de sostenibilidad del producto final, sin embargo, pocos han investigado los factores de sostenibilidad que deben considerarse durante el proceso de ejecución de un proyecto, llamado también ciclo de vida del proyecto.

Mundialmente, los constructores han comenzado a apreciar la importancia de la sostenibilidad y a reconocer las ventajas de una construcción sostenible (Zainul Abidin, 2010). Los impactos de las actividades de la construcción en el desarrollo sostenible se pueden clasificar en tres grandes

aspectos: social, económico y medioambiental. Estos impactos son especialmente importantes en los países en vías de desarrollo. Según El-alfy (2010), durante largo tiempo los países en vías de desarrollo han descuidado o subestimado los requisitos básicos que se deben considerar al diseñar desarrollos sostenibles.

La investigación confirma la necesidad de manejar las actividades de la construcción durante todo el ciclo de vida de un proyecto. De modo que, desde el comienzo del proceso de edificación hasta el final de su vida útil, incluidos su reacondicionamiento o demolición, todos los procesos se realicen de manera sostenible. Para lograrlo, la industria de la construcción necesita incorporar y considerar los factores o aspectos de cada actividad dentro del ciclo de vida del proyecto. Este trabajo investigó la adopción, en la práctica actual, de los factores de sostenibilidad durante el ciclo de vida de los proyectos constructivos en la Franja de Gaza. Este documento comienza entregando una visión general del desarrollo de la sostenibilidad y de la construcción sostenible. Se seleccionaron los factores de sostenibilidad más importantes luego de una amplia revisión de la literatura. Esta lista de factores de sostenibilidad fue refinada mediante un estudio piloto antes de proceder a la recolección de datos reales a través de una encuesta exploratoria tipo cuestionario.

¹ Autor de correspondencia:

Department of Civil Engineering. Islamic University of Gaza, Gaza. Palestina
E-mail: enshassi@iugaza.edu.ps



De esta última, se identificaron los factores de sostenibilidad más importantes considerados por los ingenieros durante el ciclo de vida de un proyecto en la Franja de Gaza.

2. Desarrollo sostenible y pilares de la sostenibilidad

El concepto de sostenibilidad se introdujo por primera vez en 1972 en la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano realizada en Estocolmo (Babashamsi et al., 2016). Posteriormente, en 1987, la mayoría de las definiciones de sostenibilidad establecidas por la Comisión Mundial sobre el Medioambiente y el Desarrollo (WCED, también llamada Comisión Brundtland), señalan que el desarrollo sostenible hace referencia al "desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades." (UN, 1987). En la reunión de la WCED realizada en Johannesburgo, los líderes y representantes de 183 países confirmaron que la sostenibilidad o desarrollo de la sostenibilidad era un elemento central de la agenda internacional (Weaver et al., 2008; Hisham, 2011). En esa reunión, los gobiernos acordaron una amplia gama de objetivos y compromisos concretos para realizar acciones que condujeran hacia el logro de los objetivos del desarrollo sostenible (DS). La agenda sobre sostenibilidad avanzó, se consolidó y amplió la comprensión sobre el desarrollo sostenible, especialmente sobre los vínculos existentes entre la pobreza, el medioambiente y los recursos naturales (WCED, 1987).

Holton (2009) y Parkin et al. (2003) informaron que durante las últimas décadas la conciencia sobre el DS se estaba expandiendo en el mundo. Hopwood et al. (2005) sostienen que el mayor interés y apoyo al concepto de DS está en un cambio importante en la comprensión de las relaciones humanas con la naturaleza y entre las personas. Muchas iniciativas nacionales e internacionales muestran la creciente preocupación por la protección del medioambiente para las generaciones futuras adoptando los principios del DS (Parkin et al., 2003; Khalfan y Asaad, 2006). En la literatura, se han identificado varios factores clave para alcanzar la sostenibilidad en el proceso de desarrollo. Estos factores han sido agrupados de diversas formas. Las NU indican tres "pilares de la sostenibilidad": económico, social y medioambiental (UN, 2002). Después de la clasificación de NU, muchos investigadores adaptaron esta clasificación, le hicieron modificaciones, ampliaciones y añadidos según el campo de investigación. Por ejemplo, muchos investigadores usaron la misma clasificación, pero llamaron a estos grupos de factores como "triple línea de base" (Khalfan, 2006; Parkin et al., 2003). Por otro lado, McConville (2006) adaptó la clasificación del factor de DS, pero amplió el pilar social a tres componentes: respeto socio-cultural, participación de la comunidad y cohesión política. El resultado es un grupo de cinco factores que abarcan las principales prácticas para lograr la sostenibilidad en el desarrollo.

Akadiri (2011) recalca que para que un desarrollo sea sostenible, debe considerar los factores social, ecológico y económico. Du Plessis (2007) señaló que la relación entre los humanos y su entorno se encuentra determinada por una cierta cantidad de factores. El primero es la interpretación que tenga sobre la calidad de vida una sociedad en particular. El segundo factor son las elecciones realizadas en términos de los sistemas económicos, políticos, tecnológicos y otros adoptados por la

sociedad. Parkin et al. (2003) y Bennett y Crudgington (2003) presentaron tres áreas esenciales relacionadas con la sostenibilidad, que son: la responsabilidad medioambiental, conciencia social y rentabilidad económica. Pant et al. (2011) aseguran que los objetivos del DS incluyen: Medioambiente: reducir el consumo de agua, reducir la alteración de las tierras y reducir las emisiones netas; Social: mejorar la igualdad en las oportunidades de empleo, fomentar la contribución de las comunidades en los procesos participativos, reducir el impacto sobre el patrimonio, y Económico: optimizar los valores económicos a largo plazo. Ball (2002) y Bossink (2002) consideran que el DS es un concepto más amplio que la sostenibilidad y que incluye aspectos sobre la calidad de vida y la integración de las esferas social, económica y medioambiental de la actividad. El pilar social mejora la calidad de vida, asegura la libre determinación social y diversidad cultural, protege y promueve la salud humana a través de un medioambiente laboral saludable y seguro (Hill y Bowen, 2010).

Como se aprecia en las discusiones anteriores, esos estudios presentan diversos temas sobre el DS; el más famoso es el de los tres pilares o también llamado "triple línea de base" (aspectos social, medioambiental y económico) (Khalfan, 2006; Parkin et al., 2003). Pilar económico: asegurar la asequibilidad financiera, creación de empleo, considerar la totalidad de los costos, promover la competitividad, gestión de una cadena de suministro sostenible (Hill y Bowen, 2010). La sostenibilidad económica debe asegurar la asequibilidad financiera a los beneficiarios para promover la creación de empleos, fortalecer la competitividad, seleccionar proveedores y contratistas medioambientalmente responsables y conservar la capacidad para satisfacer las necesidades de las generaciones futuras (Chen et al., 2010; Weaver et al., 2008; Riley et al., 2003; Shen et al., 2007; Adetunji, 2005 y Shelbourn et al., 2006). Pilar medioambiental: manejo de los residuos, uso prudente de los cuatro recursos genéricos de la construcción (agua, energía, materiales y tierras), evitar la contaminación ambiental, etc. Pilar Técnico: construcción durable, funcional y estructura de calidad. Larsson, 2005; Zhang et al., 2005; Ekins et al., 2003; Bennett y Crudgington, 2003; Blismas y Wakefield, 2007 establecen que la filosofía de la sostenibilidad medioambiental es dejar la tierra en igual o mejor forma para las generaciones futuras. McKenzie, 2004; Shen et al., 2007; Khalfan, 2002; Chmutina, 2010 y Johnson et al., 2004 sugieren que el DS social como sostenibilidad social es una condición positiva marcada por un fuerte sentido de cohesión social, igualdad de acceso a los servicios clave que incluyen la salud, educación, transporte, vivienda y recreación. Hill y Bowen (2010) manifiestan que el pilar social mejora la calidad de vida, asegura la libre determinación social y diversidad cultural, protege y promueve la salud humana a través de un medioambiente laboral saludable y seguro.

Si bien, se han hecho muchas investigaciones y esfuerzos en el área de la sostenibilidad y DS, Scheuer (2007) advierte que pareciera no existir un entendimiento común sobre la definición de DS ni sobre las posibles medidas necesarias para lograrlo. A partir de 1987, cuando Brundtland introdujo el concepto de DS, se han realizado muchos encuentros mundiales para aumentar el conocimiento de las agendas sobre medioambiente y sostenibilidad (Zainul Abidin, 2008). Muchos gobiernos, negocios, organizaciones y personas han reconocido la necesidad de acordar mayores consideraciones sobre la sostenibilidad (Ofori, 2001). Por lo tanto, la construcción sostenible es vista como una forma de

contribución al esfuerzo por lograr un desarrollo sostenible (Zainul Abidin, 2010). Actualmente, el rumbo de la industria está cambiando desde un desarrollo con preocupación por el entorno, como una pequeña parte del proceso, hacia tener un proceso de desarrollo integrado dentro del contexto más amplio de la agenda medioambiental (Das Gandhi et al., 2006).

3. Construcción sostenible y factores de sostenibilidad de un proyecto

Zainul Abidin y Pasquire (2005) distinguieron entre sostenibilidad y construcción sostenible. La construcción sostenible es un proceso por el cual, a través del tiempo, se logra la sostenibilidad (Parkin et al., 2003). De ahí que, según Zainul Abidin y Pasquire (2005), la sostenibilidad es un objetivo. Kaatz et al. (2005) definieron la construcción sostenible como lograr un mayor desempeño ambiental de las edificaciones a través de la innovación técnica y mejora en la eficiencia de los materiales y componentes de la construcción. Saparauskas y Turskis (2006) y Gibb e Isack (2001) establecieron que la construcción sostenible es la vía para que la industria de la construcción alcance el DS. La construcción sostenible se define como la creación y manejo responsable de un entorno urbano saludable basado en la eficiencia de los recursos y principios ecológicos y reconoce que la conservación de la energía, la prevención de la contaminación, la eficiencia de los recursos, la integración de los sistemas y el costo del ciclo de vida son factores muy importantes para una construcción sostenible (Soetanto et al., 2004).

Kibert (2013) define la construcción sostenible como la creación y manejo responsable de un entorno urbano saludable basado en la eficiencia de los recursos y principios ecológicos. El DETR (2000) la define como rentabilidad y competitividad, satisfacción de los clientes y usuarios, mejor valor, respeto y trato justo con las partes interesadas, mejoramiento y protección del entorno natural, minimización del impacto sobre el consumo de energía y recursos naturales. El CIB (1999) concluyó que la construcción sostenible incluye: la minimización del consumo de recursos, reutilización máxima de los recursos, uso de recursos renovables y reciclables, protección del entorno natural, creación de un ambiente saludable y no tóxico, y búsqueda de la calidad al crear un entorno construido.

En general, la construcción sostenible se define como un proceso constructivo que se realiza incorporando los objetivos básicos del desarrollo sostenible. Dichos procesos constructivos podrían aportar responsabilidad medioambiental, conciencia social y rentabilidad económica para la nueva edificación y ambiente constructivo para una comunidad más amplia (Khalfan, 2006). En consecuencia, Zainul Abidin (2010) redefinió los tres pilares principales del DS que regían hasta entonces, de la siguiente forma: construcción sostenible como protección medioambiental, bienestar social y prosperidad económica. La protección medioambiental se refiere al entorno urbanizado y a la extracción de recursos naturales. El bienestar social involucra los sentimientos humanos: seguridad, satisfacción, protección y bienestar y los aportes personales: habilidades, salud, conocimiento y motivación. Por último, la sostenibilidad económica abarca las ganancias monetarias del proyecto para

beneficio de los clientes, actores de la construcción, público y para el Estado.

Ahn et al. (2010) plantean que la construcción, junto con el transporte y los procesos industriales, es responsable del mayor porcentaje del impacto medioambiental causado a nuestra sociedad. Además, es responsable por aproximadamente un 40% del uso de la energía total. Cuando las economías prosperan, se requiere de más infraestructura e instalaciones para sustentar el desarrollo económico. Como resultado, se pone más presión sobre los recursos naturales, lo que podría producir un grave impacto sobre el medioambiente y organismos vivos (Majdalani et al., 2006). El principal desafío para la industria es desempeñar una función integral para reducir los impactos de sus actividades sobre el entorno y las comunidades locales. Para tener una industria de la construcción más sostenible y sana, sus tres actores principales deben ejercer un rol de liderazgo en esa transformación (Holton, 2009; Bennett y Crudgington, 2003). Durante la construcción, operación y demolición, las viviendas consumen grandes cantidades de energía, materias primas y agua (Loftness, 2004). En los Estados Unidos, los hogares son responsables del 20% del consumo de energía y del dióxido de carbono emitido (Scheuer, 2007; Shelbourn et al., 2006). Kaatz et al. (2005) sostienen que los efectos medioambientales adversos provenientes de las actividades de la construcción han sido abordados ampliamente incluyendo el consumo energético, emisiones de polvo y gases, contaminación acústica, generación de residuos, descarga de las aguas residuales, mala utilización de los recursos hídricos, uso inadecuado y contaminación de la tierra, y consumo de recursos naturales no renovables.

Chen et al. (2010); Jaillon (2008); Yu y Kim (2011) presentan algunos de los diversos beneficios que se obtienen al aplicar una construcción sostenible, como: menores tiempos de construcción, menores costos generales de construcción, mejor calidad, mayor durabilidad, mejor apariencia arquitectónica, mejor seguridad y salud ocupacional, conservación de los materiales, menos desechos en la obra, menos emisiones medioambientales y reducción del consumo energético y de agua. Akadiri an Olomolaiye (2012) considera que la construcción constituye un enorme factor del impacto humano sobre el entorno. Landman (1999) reorganizó algunos beneficios medioambientales, sociales y económicos derivados de una construcción más sostenible, como: protección de la calidad del agua y del aire; protección del suelo, prevención de inundaciones, reducción de residuos sólidos, conservación de la energía y del agua, estabilización climática, protección de la capa de ozono, conservación de los recursos naturales, protección del espacio abierto, protección del hábitat y biodiversidad.

La apreciación de los impactos significativos de las actividades de la construcción en el desarrollo sostenible, además del enorme beneficio de que la industria de la construcción adopte un enfoque sostenible, ha conducido hacia el desarrollo de diversos métodos y enfoques de gestión que ayudan a los participantes a lograr un mejor desempeño del proyecto en cuanto a sostenibilidad. En este sentido, los procesos de medición del desempeño y de evaluación comparativa pueden ser las formas para que la industria de la construcción avance hacia el logro de un desarrollo y aprovisionamiento sostenibles (Shen et al., 2010). Los Indicadores Clave de Desempeño (KPI) están diseñados para este fin (Alkilani et al., 2012; Ofori, 2001). Las economías desarrolladas están considerando los pasos reactivos y proactivos hacia la obtención de una construcción sostenible,



estableciendo normativas y controles, introduciendo incentivos económicos e iniciando actividades no reguladas. Por ejemplo, el National Procurement Strategy (NPS, Estrategia de Contratación Nacional) del Reino Unido y el Australian Procurement and Construction Council (Consejo Australiano de Adquisiciones y Construcción) introdujeron un Marco de Gobierno para una adquisición sostenible en Australia y Nueva Zelanda (Alkilani et al., 2012). Además, se han establecido diversas iniciativas y métodos para incorporar la sostenibilidad en el diseño y procesos constructivos. Por ejemplo, se ha introducido el esquema LEED de los EE.UU., el Método de evaluación y certificación de la sostenibilidad de la edificación (BREEAM) del Reino Unido y la clasificación 'GreenStar' de Australia para evaluar el impacto medioambiental de los diseños constructivos y comparar la sostenibilidad de éstos contra normas industriales, criterios de medición y de desempeño reconocidos (Ding, 2008).

Por otra parte, el desempeño sostenible de un proyecto constructivo a través de su ciclo de vida se considera un aspecto crucial para alcanzar el objetivo de desarrollo sostenible. Según el Real Instituto de Arquitectos Británicos (RIBA), el proceso del ciclo de vida de un proyecto de construcción incluye los estudios de concepción y factibilidad, diseño e ingeniería, adquisiciones, construcción, inicio e implementación, y operación o utilización (RIBA, 2003). Scheuer et al. (2003) y Younan (2011) especifican que las complejidades de la interacción entre la edificación y el entorno natural y la evaluación del ciclo de vida representan un enfoque integral para examinar los impactos ambientales de toda la edificación. La norma ISO14040 (2006) y Bragança et al. (2010) establecen que la evaluación del ciclo de vida es un método sistemático que cuantifica los potenciales impactos ambientales de un producto o servicio a través de todo su ciclo de vida, desde la fase de adquisición de las materias primas, fase de fabricación, fase de uso y mantenimiento hasta el término de su vida útil. Las posibles categorías ambientales cubren la falta de recursos, salud humana y salud ecológica (Du, 2012). Se puede usar el proceso de evaluación del ciclo de vida para determinar los potenciales impactos ambientales de cualquier producto, proceso o servicio (Pant et al., 2011). Curran (2012); Wang et al. (2011) y Gibb e Isack (2001) postulan que la evaluación del ciclo de vida es una herramienta analítica bien conocida para evaluar los impactos ambientales de un producto desde la adquisición de las materias primas hasta la eliminación final de los productos.

En general, las fases de la evaluación del ciclo de vida de un proyecto de construcción se dividen en planificación y diseño (inicio, esquema de factibilidad, proyecto y detalles), construcción, gestión de las instalaciones (operación, mantenimiento y reutilización) y desmantelamiento al término de su vida útil (Zhang et al., 2005; Du Plessis, 2007; Khasreen et al., 2009; Pant et al., 2011). Algunos estudios anteriores describían el ciclo de vida de los proyectos constructivos, incluida la fase de concepto, a través de la definición, ejecución y operación del proyecto y finalmente su demolición. Otros consideraban que el ciclo de vida se dividía en pre-diseño, diseño, preparación para construir, construcción, ocupación, reacondicionamiento y demolición. Según Shen et al. (2007), se aplican cinco grandes procesos al ciclo de vida de un proyecto: inicio, diseño, construcción, operación y demolición. Shen et al. (2007) desarrollaron una lista de verificación de procesos sostenibles (PS) para ayudar a entender los principales factores que afectan a un proyecto sostenible durante su ciclo de vida. Los datos usados para el análisis provienen de una revisión extensa de la literatura.

Chen et al. (2010) desarrollaron un conjunto de criterios de PS holísticos para ayudar a los diseñadores a seleccionar los métodos de construcción adecuados para las edificaciones en hormigón durante las primeras etapas del diseño. Wang et al. (2010) desarrollaron y demostraron un enfoque para la evaluación del ciclo de vida con un estudio de caso, el diseño estratégico de una tienda emblemática en Shanghai. Yu y Kim (2011) revisaron el esquema de evaluación medioambiental para la edificación basados en los aspectos de la calidad del aire interior que pudieran producir un importante impacto en la salud y bienestar de los ocupantes.

Basados en la literatura, se identificaron 66 factores de sostenibilidad (económico, social y medioambiental) que se clasificaron en las 5 fases del ciclo de vida de un proyecto: inicio, diseño, construcción, operación y fase de demolición. Esta lista fue incorporada en una encuesta tipo cuestionario y usada para explorar los factores de sostenibilidad más significativos considerados por las firmas constructoras en la Franja de Gaza.

4. Metodología

Este estudio es de naturaleza exploratoria. Según Creswell (2002) una investigación exploratoria se usa generalmente para mejorar la comprensión, ampliar el conocimiento y explorar un fenómeno poco estudiado. Este estudio usa métodos de análisis y recopilación de datos cuantitativos. La principal interrogante es "¿cuáles son los factores de sostenibilidad más importantes considerados por los ingenieros durante el ciclo de vida de un proyecto de construcción?" De acuerdo a Yin (2002), en este tipo de investigación, donde la pregunta principal es "cuáles", es preferible usar una encuesta exploratoria y métodos de recopilación de datos históricos o de archivo. Sin embargo, existe poca información sobre la industria de la construcción en la Franja de Gaza. Además, hay escasez de datos históricos o de archivo que puedan ser utilizados en las propuestas de este estudio. En consecuencia, se escogió la estrategia de la encuesta. Sin embargo, es sabido que el diseño de una investigación por encuestas tiene las desventajas de la baja tasa de respuesta y la baja confiabilidad y validez de los datos obtenidos (Leedy, 2001; Churchill Jr., 1979). Por lo tanto, este estudio empleó diversas técnicas, como: métodos de muestreo, estudio piloto y pruebas de validación y confiabilidad antes de proceder a la recopilación real de los datos. Específicamente, el estudio usó las cinco etapas interrelacionadas de Creswell (2002) para el proceso de recolección de datos cuantitativos: (i) determinación de los participantes del estudio, (ii) obtención de los permisos necesarios de las diversas organizaciones e individuos, (iii) consideración del tipo de información que se recopilaría de las diferentes fuentes disponibles, (iv) localización y selección de los instrumentos que se usarían para obtener los datos para el estudio y finalmente, (v) administración del proceso de recolección de datos.

4.1 Población y muestreo

Para este estudio, la población consistió en cuatro categorías de ingenieros (ingenieros mecánicos, ingenieros eléctricos, ingenieros civiles y arquitectos). Según la Asociación de Ingenieros, en las gobernaciones de Gaza en julio del 2012, había 9.211 ingenieros colegiados. La cantidad de ingenieros trabajando en el sector de la construcción era de 7.241 (estadística del Sindicato de Ingenieros, 2013), que se

consideró como la población para este estudio. Se usó una tabla de Kotrlík y Higgins (2001) para determinar el tamaño de la muestra. La Tabla 1 ilustra los tamaños de la muestra para diversos tamaños de población, asumiendo niveles alfa de

0,10; 0,05 ó 0,01. El margen de error usado en la tabla es de 0,03. Por lo tanto, asumiendo que alfa es de 0,05, $t=1,96$ y el margen de error es de 0,03 y el tamaño de la muestra es de 119 ingenieros.

Tabla 1. Tamaño mínimo de la muestra para la población. Fuente: Kotrlík y Higgins, 2001

Tamaño de la población	Margen de error 0,03		
	Alfa=0,10 T=1,65	Alfa=0,05 T=1,96	Alfa=0,01 T=2,58
1.000	77	110	173
1.500	79	112	183
2.000	83	119	189
4.000	83	119	198
6.000	83	119	209
8.000	83	119	209
10.000	83	119	209

4.2 Diseño del cuestionario

El cuestionario se basó en una revisión extensa de estudios anteriores (Shen et al., 2010; Wang et al., 2010; Yu y Kim, 2011; Majdalani, 2005; Jaillon y Poon, 2008; Chen et al., 2010; Nelms et al., 2007; Johnson et al., 2004; Soetanto et al., 2004; Tam et al., 2007; Blismas y Wakefield, 2007; Enshassi, 1999; AbdHamid y Kamar, 2011; Song et al., 2005; Kim et al., 2009; Shen et al., 2007; Gibb e Isack, 2001) y entrevistas con expertos (por ej.: jefes de proyecto, ingenieros de obra, profesores de ingeniería, ingenieros de oficina técnica y ambientalistas) de vasta experiencia (promedio de 20 años) en la industria de la construcción.

El cuestionario modificado tenía dos secciones para lograr el objetivo de esta investigación. La primera sección era para información general como tipo de organización, ocupación del encuestado en esa organización, nivel

educacional y experiencia. Además, el número, tipo y costo de los proyectos de construcción realizados por la organización. La segunda sección contenía los factores de sostenibilidad considerados durante el ciclo de vida del proyecto, clasificados según las cinco fases de Shen et al., 2007: fase de concepto, de diseño, de construcción, de operación y de demolición. Cada fase estaba subdividida en tres grupos de factores de desarrollo sostenible: medioambientales, sociales y económicos, como se aprecia en la matriz de la Tabla 2 (Shen et al., 2007).

Se encontraron 66 factores en la literatura, de los cuales 31 fueron seleccionados sin modificaciones, se agregaron 5 factores para ajustarse a la industria de la construcción en la Franja de Gaza, 13 fueron modificados y 4 factores fueron fusionados. Finalmente, se seleccionaron 53 factores.

Tabla 2. Matriz de los factores PS del proyecto. Fuente: Shen et al., 2007

Fase de proyecto	Factores PS del proyecto		
	FSE	FSS	FSMA
I (Inicio)	FSE I	FSS I	FSMA -I
II (Diseño)	FSE II	FSS II	FSMA -II
III (Construcción)	FSE III	FSS III	FSMA -III
IV (Operación)	FSE IV	FSS IV	FSMA -IV
V (Demolición)	FSE V	FSS V	FSMA -V

Donde:
 FSE: factores de sostenibilidad económica
 FSS: factores de sostenibilidad social
 FSMA: factores de sostenibilidad medioambiental

4.3 Estudio Piloto

El estudio piloto se realizó distribuyendo el cuestionario entre los expertos (por ej.: jefes de proyecto, ingenieros de obra, profesores de ingeniería, ingenieros de oficina técnica y ambientalistas), quienes tenían una vasta experiencia en el mismo campo de investigación. Los 35

cuestionarios se distribuyeron de la siguiente manera: 10 cuestionarios para el Ministerio de Obras Públicas, 8 para el Ministerio de Vivienda, 13 para ingenieros de obra que trabajaban en constructoras privadas y 4 para la UNRWA. Además, se consideraron las recomendaciones de los expertos antes de distribuir el cuestionario final.



4.4 Validez de los cuestionarios

4.4.1 Validez de los criterios

La validez interna del cuestionario fue la primera prueba estadística usada, y se midió mediante muestras de exploración, usando 35 cuestionarios para evaluar los coeficientes de correlación de Spearman entre cada factor dentro del grupo y en el grupo en su totalidad, la media y la desviación estándar de los factores. Los valores de significancia fueron inferiores a 0,05 ó 0,01. Los coeficientes de correlación de todos los campos fueron significativos con $\alpha = 0,01$ (p -valor $< 0,01$) ó $\alpha = 0,05$ ($0,01 < p$ -valor $< 0,05$). Se puede decir que los campos fueron válidos para medir lo establecido y lograr el objetivo principal del estudio. Se encontró que los p -valores (Sig.) resultaron menores a 0,01. Por lo tanto, los coeficientes de correlación de Spearman de todos los factores son significativos en $\alpha = 0,01$. Se puede decir que los factores seleccionados son coherentes y válidos para medir lo establecido.

4.4.2 Validez de la estructura

La validez de la estructura o coherencia interna fue la segunda prueba estadística usada para verificar la validez de la estructura del cuestionario. Se comprobó la validez de cada grupo y la de todo el cuestionario. Se midió el coeficiente de correlación entre un grupo y todos los factores del cuestionario. La coherencia interna de las 5 fases del ciclo de vida de un proyecto, para los factores de sostenibilidad considerados, fueron verificados con la matriz de correlación para esas fases, considerando el puntaje total de la escala, como se ilustra en la Tabla 3. Se aprecia que 5 fases están asociadas con el puntaje total para el impacto de los factores del PS. Los factores se encuentran relacionados sustancial y estadísticamente en el nivel significativo = 0,01.

Tabla 3. Matriz de los coeficientes de correlación para las 5 fases de los factores de sostenibilidad

	Fase	Concepto	Diseño	Construcción	Operación	Demolición	Total
Total	Correlación	0,56	0,66	0,81	0,70	0,59	1
	p -valor (Sig.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Número	35	35	35	35	35	35

4.4.3 Confiabilidad del cuestionario

Método de las mitades partidas

El coeficiente de correlación entre los rangos totales de los factores individuales y el puntaje total de las parejas de factores se calculó usando la correlación de Spearman-Brown (Tabla 4). Se encontró que los p -valores (Sig.) oscilaban entre 0,45 y 0,89 para el impacto de los factores del PS.

Alfa de Cronbach

Se usó este método para medir a confiabilidad del cuestionario entre cada campo y el significado de todos los campos del cuestionario. El rango normal del valor alfa del coeficiente de Cronbach oscila entre 0,00 y +1,00. Los valores más altos reflejan un grado mayor de coherencia interna. La Tabla 6 muestra que los valores alfa de Cronbach para las 5 fases son mayores a 0,00 y menores a +1,00. Cuando alfa es cercano a 1, la coherencia interna de las variables se asume como buena.

Tabla 4. Método de las mitades partidas y resultados del alfa de Cronbach

Fase	Método de las mitades partidas	Alfa de Cronbach	Número de factores
Concepto	0,89	0,50	14
Diseño	0,45	0,49	10
Construcción	0,52	0,55	16
Operación	0,61	0,73	9
Demolición	0,78	0,76	11

4.5 Procesamiento de datos y análisis

Para esta investigación, se usaron escalas de medición ordinal. Una escala ordinal es una clasificación o datos de calificación que normalmente usa números enteros en orden ascendente o descendente. Se usó la escala de Likert, para calificar los constructos personales que no se pueden medir de manera directa. Usa escalas multi-item y calificaciones sumadas para cuantificar los constructos de interés (Gliem y

Gliem, 2003). En base a la escala de Likert, se consideró la siguiente escala: (1) no considerado, (2) pocas veces/rara vez, (3) a veces, (4) a menudo y (5) siempre se toma en consideración. El valor hipotético es la mitad en la escala de Likert usada, igual a 2,5. Los datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico para Ciencias Sociales (SPSS 20). La media y su signo se usaron para determinar el nivel de significancia de los factores. Si el p -valor (Sig.) es inferior o igual al nivel de significancia $\alpha = 0,05$, entonces la media de un factor es significativa. Por otra parte, si el p -valor (Sig.) es

SPANISH VERSION.....

superior al nivel de significancia $\alpha = 0,05$, entonces la media de un factor es insignificante.

5. Resultados y discusión

Los resultados indican que el 28,1% (30) del total de encuestados pertenecía a organismos gubernamentales y el 30,8% (33) de los encuestados pertenecían a agencias no gubernamentales. Además, el 38,3% (41) de los encuestados eran contratistas y el 3% (2,8) provenía de otros organismos. Estos hallazgos demuestran que el 13,1% (14) eran gerentes de proyecto, 37,4% (40) eran ingenieros de oficina técnica,

47,7% (51) ingenieros de obra y el 1,9% (2) tenía otros cargos. La experiencia promedio de los encuestados era de 16 años. La revisión de la literatura permitió identificar un total de 53 factores de sostenibilidad (económicos, sociales y medioambientales) que fueron modificados de acuerdo al estudio piloto. Estos factores se clasificaron en las 5 fases del ciclo de vida de un proyecto: (I) fase de inicio, (II) de diseño, (II) de construcción, (IV) de operación y (V) de demolición. Los factores de cada fase fueron clasificados en tres subgrupos: 1) factor bajo los factores de sostenibilidad económica (FSE), 2) factores bajo los factores de sostenibilidad social (FSS) y 3) factores bajo los factores de sostenibilidad medioambiental (FSMA). La Tabla 5 presenta la clasificación de dichos factores.

Tabla 5. Clasificación de los factores de sostenibilidad bajo las fases del ciclo de la vida

Fases del ciclo de vida de un proyecto	Grupo de factores	Símbolo del grupo	N° de factores
Fase de inicio	Factores de sostenibilidad económica - FSE	FSE-I	4
	Factores de sostenibilidad social - FSS	FSS-I	4
	Factores de sostenibilidad medioambiental - FSMA	FSMA-I	5
	Total: 13		
Fase de diseño	Factores de sostenibilidad económica - FSE	FSE-II	3
	Factores de sostenibilidad social - FSS	FSS-II	2
	Factores de sostenibilidad medioambiental - FSMA	FSMA -II	4
	Total: 9		
Fase de construcción	Factores de sostenibilidad económica - FSE	FSE-III	5
	Factores de sostenibilidad social - FSS	FSS-III	4
	Factores de sostenibilidad medioambiental - FSMA	FSMA -III	6
	Total: 15		
Fase de operación	Factores de sostenibilidad económica - FSE	FSE-IV	2
	Factores de sostenibilidad social - FSS	FSS-IV	2
	Factores de sostenibilidad medioambiental - FSMA	FSMA-IV	3
	Total: 7		
Fase de demolición	Factores de sostenibilidad económica - FSE	FSE-V	3
	Factores de sostenibilidad social - FSS	FSS-V	3
	Factores de sostenibilidad medioambiental - FSMA	FSMA-V	3
	Total: 9		
Total de factores	53		
<i>Donde:</i>			
FSE: Factores de sostenibilidad económica			
FSS: Factores de sostenibilidad social			
FSMA: Factores de sostenibilidad medioambiental			



5.1 Factores tomados en consideración durante la fase de inicio del proyecto

En la fase de inicio se encuestaron 13 factores que se clasificaron en los siguientes 3 subgrupos: 4 factores bajo los factores de sostenibilidad económica (FSE-I), 4 factores bajo los factores de sostenibilidad social (FSS-I) y 5 factores se clasificaron bajo los factores de sostenibilidad medioambiental (FSMA-I) (Tabla 6).

Factores de sostenibilidad económica (FSE-I)

Los resultados revelaron que la media ponderada más alta fue de 72,57% para "Presupuesto de capital". Este factor fue clasificado en el primer lugar bajo esta fase con un p -valor = 0,00 que es inferior al nivel de umbral de significancia en $\alpha = 0,05$. El signo de esta prueba es positivo, por lo que la media de este factor es significativamente mayor al valor hipotético (media = 3,62). Esto refleja la alta consideración que tienen los ingenieros respecto de la aplicación de los factores de sostenibilidad económica que es valiosa para evaluar la sostenibilidad durante el ciclo de vida del proyecto Pilbara Iron 2004, en Australia Occidental asegura que los objetivos del DS incluyen el aspecto económico y optimizar el valor económico a largo plazo que define un presupuesto de capital para el proyecto en la primera etapa. Khalfan et al. (2002) explican que la consideración de los factores económicos como la inversión en las personas y equipos para una economía competitiva, oportunidad de empleo, economía local vibrante y servicios son accesibles, que reducen el uso del automóvil, creación de nuevos mercados y oportunidad de crecimiento de las ventas, reducción de costos a través de la mejora de la eficiencia y reduce el gasto de energía y materias primas, creación de valor agregado adicional, etc.

Factores de sostenibilidad social (FSS-I)

La "Capacidad de la infraestructura" con una media ponderada de 73,27% es el factor más significativo considerado por los ingenieros en la fase inicial, con un p -valor

= 0,00 que es inferior al nivel de significancia $\alpha = 0,05$. El signo de la prueba es positivo; la media de este factor es significativamente superior al valor hipotético (media = 3,66). Tres factores de la media ponderada de los factores de sostenibilidad social fueron clasificados en una posición alta (empleo, evaluación de la salud y seguridad ocupacional y servicios comunitarios). Solamente el factor "Empleo" con una media ponderada de 68,93% se encuentra en el rango de moderado. En general, las percepciones de los encuestados muestran que este factor juega el rol más significativo para influir en los efectos del proyecto en la fase inicial del PS social. Estos hallazgos concuerdan con Khalfan (2002) quien definió el PS social como una buena calidad de vida para los humanos, y esto se logra entregando oportunidades de empleo local para la comunidad local. Shen et al. (2007) sostienen que la sostenibilidad social pretende mejorar la calidad de la vida humana, implementar la capacitación profesional con la finalidad de tener más y mejores oportunidades de empleo.

Factores de sostenibilidad medioambiental (FSMA-I)

La "Evaluación del ruido", con una media ponderada de 63,65% se ubica en el primer lugar de esta fase, con un p -valor = 0,00 que es inferior al nivel de significancia $\alpha = 0,05$. El signo de esta prueba es positivo; la media de este factor es significativamente mayor al valor hipotético (media = 3,18). Este resultado indica que se consideran bien los factores medioambientales en la fase de inicio. Shen et al. (2007) aseguran que los aspectos medioambientales adversos provocados por las actividades de la construcción han sido ampliamente tratado, incluida la contaminación acústica. Para mayor corroboración, los resultados de Scheuer (2007) reconocen que los impactos causados por las actividades de la construcción en el entorno ocurren durante todo el ciclo de vida de un proyecto y la evaluación del ruido debe ser una actividad importante para reducir la contaminación acústica en la fase de construcción.

Tabla 6. Medias ponderadas y rango del grado de consideración de los factores en la fase de inicio

Factores de sostenibilidad considerados en la fase de inicio del proyecto		Media	p-Valor	Media ponderada	Rango total	Rango del grupo
FSE – I: Factores de sostenibilidad económica						
Escala y alcance del negocio	La escala de los proyectos y el alcance del negocio durante la operación son atributos esenciales para la rentabilidad del proyecto	3,23	0,00	64,76	9	4
Efectos en la economía local	Los proyectos sirven para la economía local y aprovechan la infraestructura en la economía local para generar beneficios económicos	3,58	0,00	71,73	4	2
Presupuesto de capital	Presupuesto de capital definido para planificar y controlar el costo total del proyecto	3,62	0,00	72,57	2	1
Plan de financiamiento	Plan de financiamiento definido y planificado para el programa de financiación, por ejemplo, cuándo, cómo y cuánto financiar	3,53	0,00	70,68	6	3
FSS - I : Factores de sostenibilidad social						
Empleo	La implementación de proyectos ofrece oportunidades de empleo local	3,44	0,00	68,93	7	4
Capacidad de la infraestructura	Los proyectos mejoran la capacidad de la infraestructura local, como: alcantarillado, energía, caminos y comunicaciones, transporte, comidas, recreación, compras, educación, financiación e infraestructura médica	3,66	0,00	73,27	1	1
Servicios comunitarios	Los proyectos entregan servicios comunitarios para armonizar los nuevos asentamientos y comunidades locales	3,53	0,00	71,15	5	2
Evaluación de la salud y seguridad ocupacional	La evaluación de la seguridad realizada para identificar cualquier futuro riesgo de seguridad para el público y usuarios del proyecto	3,61	0,00	72,38	3	3
FSMA-I: Factores de sostenibilidad medioambiental						
Conservación ecológica	Proyectos que evitan al máximo los impactos irreversibles en los alrededores del proyecto en construcción	2,93	0,00	58,68	13	5
Evaluación de la contaminación del aire	Estudio de la contaminación potencial del aire del proyecto propuesto y su impacto en el clima local	3,05	0,00	61,14	12	4
Evaluación de la contaminación del agua	Estudio de la contaminación potencial del agua por el proyecto propuesto, incluyendo aguas superficiales y subterráneas, y consumo de los recursos de agua del proyecto	3,36	0,00	67,36	8	1
Evaluación del ruido	Estudia la contaminación acústica potencial durante las fases de construcción y operación	3,18	0,00	63,65	10	2
Evaluación de la generación de residuos	Estudia la generación de residuos en las fases de construcción y operación	3,16	0,00	63,27	11	3



5.2 Factores considerados durante la fase de diseño de un proyecto

Los 9 factores clasificados bajo la fase de diseño fueron distribuidos en los siguientes 3 subgrupos: 3 factores fueron clasificados bajo los factores de sostenibilidad económica (FSE-II), 2 factores fueron clasificados bajo los factores de sostenibilidad social (FSS-II) y 4 factores fueron clasificados bajo los factores de sostenibilidad medioambiental (FSMA-II).

Factores de sostenibilidad económica (FSE-II)

La Tabla 7 muestra que la "Estandarización" se ubica en el primer lugar, con una media ponderada de 74,62% y un p -valor = 0,00, que es menor al nivel de significancia $\alpha = 0,05$. El signo de esta prueba es positivo, por lo que la media de este factor es significativamente mayor al valor hipotético (media = 3,73). Este factor es considerado y aplicado de manera significativa en la fase de sostenibilidad económica. Esto se debe al uso de módulos estándar como factor esencial para reducir el costo general del proyecto. Este resultado concuerda con Gibb e Isack (2001) quienes aseguran que la estandarización logra alcanzar los objetivos del DS, minimizando el costo del proyecto desde sus primeras fases. Hill y Bowen (2010) establecen que el pilar económico de la sostenibilidad asegura la asequibilidad financiera, creación de empleo y toma en consideración todos los costos en las primeras fases del ciclo de vida del proyecto.

Factores de sostenibilidad social (FSS-II)

El factor "Diseño de la seguridad" fue clasificado por los ingenieros en el primer lugar, con una media ponderada de 72,53% y un p -valor no significativo/nulo, superior a la media del valor hipotético. A partir de las percepciones de los ingenieros, se observa que este factor es importante y es considerado en esta fase. El diseño de la seguridad es un requisito esencial en esta fase. Este hallazgo concuerda con los

de Kim et al. (2009), quienes verificaron que el diseño de la seguridad y la preparación para los desastres logran los objetivos de la sostenibilidad social. El otro factor bajo este grupo es la "Consideración de la seguridad", evaluada con una media ponderada moderada de 57,45%. Queda claro que este factor tiene una baja media ponderada que refleja una consideración insignificante según la percepción de los encuestados. Lo anterior no concuerda con los hallazgos de Khalfan (2002); Chen et al. (2010); Hisham (2011) y Kamlim y Yang (2007). Ellos sostienen que el DS trata de asegurar una mayor calidad de vida para todo el mundo y las alarmas de seguridad lo logran, por lo que debe considerarse desde las primeras fases de construcción del proyecto.

Factores de sostenibilidad medioambiental (FSMA-II)

El "Diseño modular y estandarizado" fue clasificado en el primer lugar en este grupo como un factor crítico en la fase de diseño, con una media ponderada de 70,30% y un p -valor = 0,00, que es inferior al nivel de significancia $\alpha = 0,05$ y superior a la media del valor hipotético. Este resultado está en línea con Wang et al. (2011) quienes señalan que durante el periodo anterior a la construcción (fase de diseño), se deben realizar diversas actividades para reducir la generación de residuos y la contaminación, tales como el uso de componentes modulares y estandarizados. Tam y Le (2007) consideran que el proceso de diseño afecta en gran medida el desempeño sostenible del proyecto. Por ejemplo, las especificaciones de diseño afectan el desempeño funcional de los componentes de la construcción, tales como acondicionadores de aire, ventilación, iluminación, sistema eléctrico, calefacción, sistemas de agua y contra el fuego, además de otras consideraciones de tipo ambiental. Las especificaciones de diseño de los componentes del proyecto deberían considerar su desempeño económico, social y medioambiental durante su ciclo de vida.

Tabla 7. Medias ponderadas y rango del grado de consideración de los factores en la fase de diseño

Factores de sostenibilidad considerados en la fase de diseño		Media	p-valor	Media ponderada	Rango total	Rango del grupo
FSE-II: Factores de sostenibilidad económica						
Consideración del costo del ciclo de vida	Considera el costo total del ciclo de vida del proyecto, incluidos la preparación del sitio, construcción, operación, costos de mantenimiento y demolición	3,47	0,00	69,51	5	4
Estandarización	Considera la estandarización en las especificaciones de los planos de diseño	3,73	0,00	74,62	1	1
Selección de los materiales	En la selección de materiales, considera la disponibilidad, durabilidad y economía	3,65	0,00	73,14	2	2
FSS-II: Factores de sostenibilidad social						
Diseño de la seguridad	El diseño considera emergencias como fuego, sismo, inundación, radiación, y accidentes ecológicos	3,62	0,00	72,53	3	3
Consideración de la seguridad	El diseño considera instalación de alarmas y pantallas de seguridad	2,87	0,00	57,45	9	5
FSMA-II: Factores de sostenibilidad medioambiental						
Diseñador	El conocimiento del diseñador sobre ahorro energético y aspectos medioambientales es bueno	3,33	0,00	66,60	7	3
Diseño del ciclo de vida	Comunicaciones efectivas entre diseñadores, clientes, profesionales del medioambiente y representantes gubernamentales relevantes para asegurar que todos los requisitos medioambientales sean incorporados en el proceso de diseño	3,46	0,00	69,22	6	2
Diseño ambientalmente consciente	Incorporación de todas las consideraciones medioambientales en el diseño del proyecto, en las fases de construcción, operación, demolición, reciclaje y disposición	3,32	0,00	66,41	8	4
Diseño modular y estandarizado	Se usaron módulos y componentes estándar para mejorar la capacidad de construcción y reducir la generación de residuos	3,51	0,00	70,30	4	1

5.3 Factores considerados durante la fase de construcción del proyecto

Se identificaron 15 factores de sostenibilidad para la fase de construcción (Tabla 8), distribuidos en los siguientes 3 subgrupos: 5 factores fueron clasificados bajo los factores de sostenibilidad económica (FSE-II), 6 factores fueron clasificados bajo los factores de sostenibilidad social (FSS-II) y 4 factores fueron clasificados bajo los factores de sostenibilidad medioambiental (FSMA-II).

Factores de sostenibilidad económica (FSE-III)

La "Seguridad en la obra" fue clasificada en el primer lugar como un factor crítico bajo la fase de construcción, con una media ponderada de 72,88%, aceptable, con un p-valor = 0,00 y una media = 3,64. La seguridad en la obra fue considerada como muy importante para la sostenibilidad económica. Este resultado concuerda con los planteamientos de Chen et al., 2010; Riley et al., 2003 y Yu y Kim, 2011.



Factores de sostenibilidad social (FSS-III)

La Tabla 8 señala que la “Conciencia ciudadana” es considerada como un factor crítico, considerado en la fase de construcción, con una media ponderada de 71,60%, que refleja un alto grado de consideración de los factores sociales en la fase de construcción. Este resultado concuerda con los resultados de AbdHamid y Kamar (2011) y Song et al. (2005), quienes confirmaron que la conciencia ciudadana es una buena forma de alcanzar la sostenibilidad.

Factores de sostenibilidad medioambiental (FSMA-III)

La “Legislación” obtuvo el primer lugar, con una media ponderada de 69,41%. Song et al. (2005) consideran que se deben aplicar las legislaciones medioambientales para alcanzar la sostenibilidad en la fase de diseño. Shen et al. (2007) afirman que los efectos medioambientales adversos derivados de las actividades de la construcción han sido tratados ampliamente, incluyendo la contaminación acústica.

Tabla 8. Medias ponderadas y rango del grado de consideración de los factores en la fase de construcción

Factores de sostenibilidad considerados en la fase de construcción		Media	p-valor	Media ponderada	Rango total	Rango del grupo
Grupo III – Fase de construcción del proyecto						
FSE-III: Factores de sostenibilidad económica						
Costos salariales	Pago oportuno de salarios a recursos humanos, como: trabajadores de la construcción en general, gasfiteros, instaladores de conductos, carpinteros, albañiles y canteros	3,47	0,00	69,41	6	3
Costo de los materiales	El uso de los materiales fue costoso	3,50	0,00	70,00	3	2
Consumo energético	El uso de diversos tipos de energía, como: electricidad, petróleo, gas, y carbón fue costoso	3,38	0,00	67,60	8	4
Costo del agua	El uso de los recursos de agua y tratamiento de aguas superficiales y subterráneas fue costoso	3,33	0,00	66,80	9	5
Seguridad en la obra	Se usaron diversos tipos de medidas para protección en la obra	3,64	0,00	72,88	1	1
FSS-III: Factores de sostenibilidad social						
Empleo directo	Se entregó oportunidades de trabajo al implementar el proyecto en el mercado local, incluyendo: trabajadores de la construcción, profesionales e ingenieros	3,43	0,00	68,65	7	3
Condiciones laborales	Se aplicaron medidas de seguridad, instalaciones y provisión de seguros para los trabajadores	3,01	0,00	60,40	14	4
Conciencia ciudadana	Se instalaron carteles y señalética de seguridad; instalaciones y medidas de seguridad para el público	3,58	0,00	71,60	2	1
Mejora de la infraestructura	Se aplicaron disposiciones para mejorar alcantarillado, caminos, comunicaciones, transporte, calefacción y sistemas eléctricos	3,47	0,00	69,47	4	2
FSMA-III: Factores de sostenibilidad medioambiental						
Contaminación acústica	Ruido y vibración extremos producidos por la operación del proyecto	3,10	0,00	62,16	15	6
Salud y seguridad ocupacional	Se aplicó salud y seguridad en la obra, reduciendo el número de accidentes, entregando supervisión en la obra y programas de capacitación a los empleados	3,26	0,00	65,38	12	4
Contenidos reciclables/renovables	Se usó materiales renovables como bambú, corcho, álamos de crecimiento rápido y gabinetes de paja de trigo	3,16	0,00	63,30	13	5
Elementos reciclables/renovables	Se reutilizaron componentes de la construcción, escombros, tierra, concreto, acero y madera	3,26	0,00	65,38	11	3
Salud y seguridad ocupacional	Higiene en la obra y se enfatizó sobre los cuidados de la salud y seguridad en la obra	3,32	0,00	66,47	10	2
Legislación	Se consideraron las leyes de protección medioambiental y normativas para las actividades de la construcción	3,48	0,00	69,41	5	1

5.4 Factores considerados durante la fase de operación del proyecto

En base a la literatura, bajo esta fase se identificaron 7 factores de sostenibilidad que fueron distribuidos en 3 grupos: 2 factores fueron clasificados bajo los factores de sostenibilidad económica (FSE-IV), 2 factores bajo los factores de sostenibilidad social (FSS-IV) y 3 factores fueron clasificados bajo los factores de sostenibilidad medioambiental (FSMA-IV).

Factores de sostenibilidad económica (FSE-IV)

La economía local obtuvo la media ponderada más alta, igual a 69,31%. Este resultado muestra que este factor es considerado hasta cierto punto en la fase de operación (Tabla 9). Este resultado concuerda con los resultados de Chen et al. (2010), Weaver et al. (2008); y Riley et al. (2003), quienes sostenían que el DS económico es consistente con los subtemas, como la inversión en las personas y equipos para lograr una economía competitiva y oportunidades de trabajo. Ellos declaran que una economía local vibrante es un factor importante que afecta el aspecto económico en la fase de operación. AbdHamid y Kamar (2011) consideran los costos de capacitación como un factor significativo que afecta el aspecto económico del proyecto pues mejora el conocimiento y habilidades de las personas.

Factores de sostenibilidad social (FSS-IV)

La "Provisión de servicios" fue clasificada en el primer lugar dentro de la fase de operación, con una media ponderada de 75,49%. Este resultado concuerda con los de AbdHamid y Kamar (2011). Holton et al. (2008) y Bennett y Crudginton (2003) declaran que el principal desafío para la industria es desempeñar un papel integral para reducir los impactos de sus actividades en el entorno y comunidades locales.

Factores de sostenibilidad medioambiental (FSMA-IV)

La "Generación de residuos" se clasificó en el primer lugar, con una media ponderada de 69,80%, y estadísticas descriptivas aceptables bajo los factores medioambientales considerados en la fase de operación. Casi todos los factores bajo este grupo fueron considerados. Estos hallazgos demuestran que existe conciencia entre los ingenieros sobre los aspectos medioambientales bajo esta fase, lo que coincide con los hallazgos de Shen et al. (2007), quienes aseguran que los efectos medioambientales adversos provenientes de las actividades de la construcción han sido ampliamente tratados, entre ellos: el consumo energético, emisión de polvo y gases, contaminación acústica, generación de residuos, descargas de aguas, mal uso de los recursos hídricos, mal uso y contaminación de las tierras y consumo de recursos naturales no renovables.

Tabla 9. Medias ponderadas y rango del grado de consideración de los factores en la fase de operación

Factores de sostenibilidad considerados en la fase de operación		Media	p-valor	Media ponderada	Rango total	Rango del grupo
FSE-IV: Fases de sostenibilidad económica que afectan a la fase de operación del proyecto						
Costos de capacitación	Cursos de capacitación realizados a los empleados para mejorar la calidad de los recursos humanos	3,20	0,00	64,08	6	2
Economía local	El proyecto beneficia económicamente a la economía local.	3,46	0,00	69,31	4	1
FSS-IV: Factores de sostenibilidad social que afectan a la fase de operación del proyecto						
Provisión de servicios	Se consideraron disposiciones para mejorar el estándar de vida de las comunidades locales	3,77	0,00	75,49	1	1
Provisión de instalaciones	Se reservaron espacios e instalaciones beneficiosas para el desarrollo de las comunidades locales	3,56	0,00	71,29	2	2
FSMA-IV: Factores de sostenibilidad medioambiental que afectan a la fase de operación del proyecto						
Residuos químicos	Residuos químicos y contaminantes orgánicos no vertidos a los cursos de agua.	3,06	0,00	61,35	7	3
Contaminación del agua	Las descargas de residuos químicos y contaminantes orgánicos al agua fueron remediadas	3,33	0,00	66,80	5	2
Generación de residuos	No hay impactos negativos de las operaciones del proyecto hacia la flora, fauna, ni ecosistemas.	3,49	0,00	69,80	3	1



5.5 Factores considerados durante la fase de demolición

Se identificaron 9 factores de sostenibilidad en esta fase y se distribuyeron en 3 grupos: 3 factores fueron clasificados bajo los factores de sostenibilidad económica (FSE-V), 3 factores bajo los factores de sostenibilidad social (FSS-V) y 3 factores fueron clasificados bajo los factores de sostenibilidad medioambiental (FSMA-V). Se analizó el grado de impacto de los factores en el PS de los proyectos y el grado de consideración de cada subgrupo. (Tabla 10).

Factores de sostenibilidad económica (FSE-V)

El "Costo de la disposición de residuos" fue calificado en el primer lugar, con una media ponderada de 67,24%, que coincide con los hallazgos de Shen et al. (2007) quienes afirman que los efectos medioambientales adversos provenientes de las actividades de la construcción han sido ampliamente tratados, entre ellos: el consumo energético, emisión de polvo y gases, contaminación acústica, generación de residuos. Hill y Bowen (2010) declaran que debe existir un plan para el manejo de los residuos en los proyectos de construcción, especialmente para la fase de demolición.

Factores de sostenibilidad social (FSS-V)

La "Comunicación con la ciudadanía" fue clasificada en el primer lugar por los encuestados, como un factor crítico

considerado en la fase de demolición. Su media ponderada es de 71,13% y su p -valor = 0,00, que es inferior al nivel de significancia $\alpha = 0,01$. El signo de esta prueba es positivo y la media de este factor es significativamente superior a la del valor hipotético (media= 3,53). Lo anterior coincide con AbdHamid y Kamar (2011) quienes confirmaron que la conciencia pública es considerada en la fase de demolición.

Factores de sostenibilidad medioambiental (FSMA-V)

Con una media ponderada de 69,32%, un p -valor y media aceptable, el "Método de demolición amigable con el medioambiente" fue clasificado en el primer lugar entre los factores bajo este grupo. Este resultado indica que los encuestados no consideran mucho los factores medioambientales en la fase de demolición, lo que no coincide con Shen et al. (2004); Loftness (2004) y Vanegas y Pearce (2000) quienes reconocen el impacto provocado por las actividades de la construcción en el entorno durante el ciclo de vida del proyecto. Durante su operación, un proyecto de construcción consume una gran cantidad de energía y de recursos medioambientales. Scheuer (2007) sostiene que al término del ciclo de vida de un proyecto de construcción, las actividades de demolición generan un gran volumen de residuos.

Tabla 10. Medias ponderadas y rango del grado de consideración de los factores en la fase de demolición

Factores de sostenibilidad considerados en la fase de demolición		Media	p-valor	Media ponderada	Rango total	Rango del grupo
FSE-V: Factores de sostenibilidad económica						
Costo laboral	Recursos humanos para planificación, gestión y operación del proyecto de demolición	3,34	0,00	66,80	6	2
Consumo energético para la operación de demolición	Las operaciones de trituración, transporte y reubicación consumen grandes cantidades de energía	3,25	0,00	65,19	8	3
Costos de la disposición de los residuos	La carga y descarga de los residuos, transporte, costos para disposición, son costosos	3,36	0,00	67,24	6	1
FSS-V: Factores de sostenibilidad social						
Comunicación con la ciudadanía	Promueve la conciencia ciudadana sobre la demolición del Proyecto y de sus posibles impactos para los ciudadanos	3,53	0,00	71,13	1	1
Seguridad operativa	Se consideraron disposiciones relacionadas con los riesgos en la seguridad de los trabajadores y del público durante la demolición: explosión, desmantelamiento, materiales tóxicos y radioactivos	3,28	0,00	65,69	7	3
Oportunidad de empleos	El proyecto de demolición conservó oportunidades de trabajo durante la demolición: trabajo en la obra, transporte y disposición de escombros	3,39	0,00	67,81	4	2
FSMA-V: Factores de sostenibilidad medioambiental						
Método de demolición amigable con el medioambiente	Adopción de tecnologías para aliviar la alteración de los sistemas ecológicos y del vecindario, y maximiza la reutilización y reciclaje de los residuos	3,46	0,00	69,32	2	1
Tratamiento de los residuos especiales	Tratamiento especial dado a los materiales tóxicos, metales pesados, químicos radioactivos liberados por la demolición	3,36	0,00	67,38	5	2
Reutilización y reciclado de los residuos	Reciclaje y recuperación de materiales útiles como: acero, ladrillos, vidrios, maderas y algunos equipos	3,24	0,00	64,90	9	3

6. Conclusiones

El objetivo de este trabajo es explorar los factores de sostenibilidad considerados durante el proceso holístico del ciclo de vida de un proyecto en la Franja de Gaza. El ciclo de vida de un proyecto tiene cinco fases; cada fase tiene tres factores de sostenibilidad: económico, social y medioambiental. En la revisión de la literatura, se identificó 53 factores. Los resultados revelaron que los 10 factores de sostenibilidad más importantes considerados por los ingenieros en las fases del ciclo de vida de un proyecto de construcción en la Franja de Gaza se distribuyeron de la siguiente forma: 4 factores fueron clasificados bajo la fase de inicio, 3 factores bajo la fase de diseño, 2 factores bajo la fase

de construcción y 1 factor bajo la fase de operación. Los factores más comunes considerados en las fases del ciclo de vida de los proyectos de construcción en la Franja de Gaza son:

- Provisión de servicios: disposiciones para mejorar el nivel de vida de las comunidades locales.
- Estandarización: la estandarización en los planos de especificaciones del diseño.
- Servicios a las comunidades: para armonizar los nuevos asentamientos y comunidades locales.
- Selección de los materiales: la disponibilidad, durabilidad y economía.
- Seguridad en la obra: se consideraron diversos tipos de medidas para proteger la seguridad en la obra.



Los resultados indican que los 10 factores más bajos se distribuyeron de la siguiente forma: 4 factores fueron clasificados bajo la fase de inicio, 3 factores bajo la fase de construcción, 2 factores fueron clasificados bajo la fase de operación y 1 factor fue clasificado bajo la fase de diseño. El factor con el menor rango entre los 53 factores es el de "Consideraciones de seguridad" bajo la fase de diseño. Esto muestra la falta de disposiciones para la seguridad existente en la Franja de Gaza, que sugiere la falta de conciencia por la seguridad y que afecta negativamente al PS de los proyectos de construcción. Los factores con los menores efectos sobre el PS de los proyectos de construcción son:

- Consideración de la seguridad: el diseño considera la instalación de alarmas y pantallas de seguridad.
- Conservación de la ecología: los proyectos evitan al máximo los impactos irreparables en el entorno.
- Condiciones laborales: se consideraron medidas de seguridad, instalaciones y seguros para los trabajadores.
- Evaluación de la contaminación del aire: evaluación de la contaminación potencial del aire causado por el proyecto propuesto y sus impactos en el clima local.
- Residuos químicos: residuos químicos y contaminantes orgánicos no vertidos a los cursos de agua.

7. Referencias

- AbdHamid Z. and Kamar M. (2011)**, Supply chain strategy for contractor in adopting industrialized building system (IBS). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, Vol. 5, No. 12, pp. 2552-2557.
- Adetunji I. (2005)**, Sustainable construction: a web-based performance assessment tool. Unpublished Ph.D. thesis, Department of Civil and Building Engineering, Loughborough University, U.K.
- Agarwal K. (2011)**, Verifying survey items for construct validity: a two phase sorting procedure for questionnaire design in information behavior research. In *proceedings of the American Society for Information Science and Technology*, Vol. 48, No. 1, pp.1-8.
- Ahn C.; Lee S., Peña-Mora F., AbouRizk S. (2010)**, Toward environmentally sustainable construction processes: the US and Canada's perspective on energy consumption and GHG/CAP emissions. *Sustainability*, Vol. 2, No. 1, pp. 354-370.
- Akadiri O. (2011)**, Development of a multi-criteria approach for the selection of sustainable materials for building projects. Unpublished Ph.D. thesis, School of Engineering and the Built Environment (SEBE), University of Wolver Hampton, U. K.
- Akadiri O., Olomolaiye P. (2012)**, Development of sustainable assessment criteria for building materials selection. *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 19, No. 6, pp. 666-687.
- Alkilani, S., Jupp, J.; Sawhney, A. (2012)**, 'Paving the Road for Sustainable Construction in Developing Countries: A Study of the Jordanian Construction Industry', *AUBEA*, vol. 1, *Australian Journal of Construction Economics and Buildings AJCEB*, Sydney, Australia.
- Babashamsi P., Md Yusoff N., Ceylan H., Md Nor N., Salarzadeh Jenatabadi H. (2016)**, Sustainable Development Factors in Pavement Life-Cycle: Highway/Airport Review, *Sustainability*, vol. 8, no. 3, p. 248.
- Ball J. (2002)**, Can ISO 14000 and eco-labelling turn the construction industry green? *Building and environment*, Vol. 37, No. 4, pp. 421-428.
- Bennett J., Crudgington A. (2003)**, Sustainable development: recent thinking and practice in the UK. *The Institution of Civil Engineers*, Vol. 156, pp. 27-32.
- Beyer O. (2002)**, Sustainable building and construction implementing green building in Western Australia. Unpublished M.Sc. thesis, School of Engineering and the Built Environment (SEBE), Murdoch University, Western Australia.
- Blismas N., Wakefield R. (2007)**, Drivers, constraints and the future of offsite manufacture in Australia. *Construction Innovation: Information, Process, Management*, Vol. 9, No. 1, pp. 72-83.
- Boonstra C., Pettersen D. (2003)**, Tools for environmental assessment of existing buildings. *Industry and environment*, Vol. 26, No. 2, pp. 80-83.
- Bragança L., Ricardo M., Heli K. (2010)**, Building sustainability assessment. *Sustainability*, Vol. 2, No. 7, pp. 2010-2023.
- Bossink A. (2002)**, A Dutch public-private strategy for innovation in sustainable construction. *Construction Management and Economics*, Vol. 20, No. 7, pp. 633-642.
- Chen Y., Okudan E., Riley R. (2010)**, Sustainable performance criteria for construction method selection in concrete buildings. *Automation in construction*, Vol. 19, No. 2, pp. 235-244.
- Chmutina K. (2010)**, Building energy consumption and its regulations in China. China Policy Institute, School of Contemporary Chinese Studies, International House, The University of Nottingham, U.K. Available at: <https://www.sherpa.ac.uk/cpi/documents/discussion-papers/discussion-paper-67-building-energy-regulation.pdf> [Accessed on 4/4/13].
- Churchill Jr G.A. (1979)**, 'A Paradigm for Developing Better Measures of Marketing Constructs', *Journal of Marketing Research (JMR)*, vol. 16, no. 1, pp. 64-73.
- CIB (1999)**, Agenda 21 on sustainable construction. CIB Report Publication 237. Conseil International du Batiment. Available at: <http://heyblom.websites.xs4all.nl/website/newsletter/0102/A21.pdf> [Accessed on 20/2/13].
- Council B. (1998)**, US Green Building Council and the LEED Green Building Rating System. US Green Building Council.
- Creswell J.W. (2002)**, 'Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative', New Jersey: Upper Saddle River.
- Curran A. (2012)**, Assessing environmental impacts of biofuels using lifecycle-based approaches. *Management of Environmental Quality Journal*, Vol. 24, No. 1, pp. 34-52.
- Das Gandhi N., Selladurai V., Santhi P. (2006)**, "Unsustainable development to sustainable development: a conceptual model", *Management of Environmental Quality: An International Journal*, Vol. 17 Issue: 6, pp.654-672, <https://doi.org/10.1108/14777830610702502>
- Department of the Environment, Transport and Regions (DETR). (2000)**, A better quality of life: a strategy for more sustainable construction, London.
- Ding G.K.C. (2008)**, 'Sustainable construction—the role of environmental assessment tools', *Journal of Environmental Management*, vol. 86, no. 3, pp. 451-64.
- Du Plessis C. (2007)**, A strategic framework for sustainable construction in developing countries. *Construction Management and Economics*, Vol. 25, No. 1, pp. 167-76.
- Du G. (2012)**, Towards sustainable construction: life cycle assessment of railway bridges. Unpublished M.Sc. thesis, Department of Civil and Architectural Engineering, Royal Institute of Technology, Sweden. Available at: <http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:504070/FULLTEXT03> [Accessed on 23/2/13].

- Ekins P., Simon S., Deutsch L., Folke C., De Groot R. (2003)**, A framework for the practical application of the concepts of critical natural capital and strong sustainability. *Ecological economics*, Vol. 44, No. 2, pp. 165-185.
- El-alfy A. (2010)**, 'Design of sustainable buildings through Value Engineering', *Journal of Building Appraisal*, vol. 6, no. 1, p. 69.
- El-Haram M., Walton J., Horner M., Hardcastle C., Price A., Babington J., Atkin-Wright T. (2007)**, Development of integrated sustainability assessment toolkit. In proceedings of the International Conference on Whole life Urban Sustainability and its Assessment, SUE-MoT conference, Loughborough, U.K. Available at: <http://download.sue-mot.org/Conference-2007/Papers/El-Haram.pdf> [Accessed on 3/4/13]
- Engineers Association of Gaza website (2013)**, Available at: <http://www.enggaza.ps/?action=acc> [Accessed on 4/9/13].
- Enshassi A. (2000)**, Environmental concerns for construction growth in Gaza Strip. *Building and Environment*, Vol. 35, No. 3, pp. 273-279.
- Forum for the future (2013)**, The five capitals model- a frame works for the future. Available -at: <http://www.forumforthefuture.org/sites/default/project/downloads/five-capitals-model.pdf> [Accessed on 23/2/13].
- Ghumra S., Glass J., Frost W., Watkins M., Mundy J. (2011)**, Validating a set of empirically weighted sustainability indicators for construction products. *Association of researchers in construction management*, pp. 1115-1124.
- Gibb A., Isack F. (2001)**, Client drivers for construction projects: implications for standardization. *Engineering Construction and Architectural Management*, Vol. 8, No. 1, pp. 46-58.
- Gliem J., Gliem R. (2003)**, Calculating, Interpreting, and Reporting Cronbach's Alpha Reliability Coefficient for Likert-Type. 2003 Midwest Research to Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education.
- Hill R., Bowen A. (2010)**, Sustainable construction: principles and a framework for attainment, pp. 223-239. Available at: <https://doi.org/10.1080/014461997372971>
- Hisham A., Darus M., Salleh E., Haw C., Rashid K. (2008)**, Development of rating system for sustainable building in Malaysia. *WSEAS Environmental problems and development*, Vol. 23, No. 9, pp. 760- 778.
- Hisham E. (2011)**, Sustainable development criteria set for the transportation hubs of the national association of provinces planning. *Procedia Engineering*, Vol. 21, pp. 1042-1055.
- Holton L. (2009)**, Developing a sector sustainability strategy for the UK precast concrete industry. Unpublished M.Sc. thesis, Department of Civil and Building Engineering, Loughborough University, Australia.
- Hopwood B., Mellor M., Brien G. (2005)**, Sustainable development: mapping different approaches. *Sustainable Development*, Vol. 1, No. 3, pp. 38-52.
- ISO 14040 (2006)**, Environmental Management - Life-cycle assessment - principles and framework. Geneva: International Organization for Standardization. Available at: <http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso14000.htm>. [Accessed on 6/3/13].
- Jaillon L., Poon S. (2008)**, Sustainable construction aspects of using prefabrication in dense urban environment: a Hong Kong case study. *Construction Management and Economics*, Vol. 26, No. 9, pp. 953-66.
- Johnson K., Hays C., Center H., Daley C. (2004)**, Building capacity and sustainable prevention innovations: a sustainability planning model. *Evaluation and Program Planning*, Vol. 27, No. 2, pp. 135-49.
- Kaatz E., Root B., Bowen P. (2005)**, Broadening project participation through a modified building sustainability assessment. *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol. 33, No. 5, pp: 441-454.
- Khalfan M. (2006)**, 'Managing sustainability within construction projects', *Journal of Environmental Assessment Policy & Management*, vol. 8, no. 1, pp. 41-60.
- Khalfan M. (2002)**, Sustainable development and sustainable construction: a review for C-Sand project. Available at: <http://www.csand.org.uk/Documents/WP2001-01-SustainLitRev.pdf> [Accessed on 20/02/13].
- Khalfan M., Asaad S. (2006)**, Integration of sustainability issues within construction processes. *ICE-engineering sustainability*, Vol. 12, No. 2, pp. 11-21.
- Khalfan M., Bouchlaghem D., Anumba C. and Carrillo P. (2002)**, A framework for managing sustainability knowledge- the C-sand approach. In proceedings of E-Sm@rt conference, Salford, U.K.
- Kibert C. (2013)**, *Sustainable Construction*, John Wiley & sons, USA.
- Khasreen M., Banfill F., Menzies F. (2009)**, Life-cycle assessment and the environmental impact of buildings: a review. *Sustainability*, Vol. 1, No. 3, pp. 674-701.
- Kim C., Kim H., Han H., Kim C., Kim K., Park S.H. (2009)**, Developing a technology roadmap for construction Randthrough interdisciplinary research efforts. *Automation in Construction*, Vol. 18, No. 3, pp. 330-7.
- Koroneos C., Moustakas K., Loizidou M. (2009)**, Sustainable indicators for the construction sector. In proceedings of the 11th International conference of environmental science and technology publications, China, pp. 621-628.
- Kotrlik J., Higgins C. (2001)**, Organizational research: determining appropriate sample size in survey research appropriate sample size in survey research. *Learning, and Performance Journal*, Vol. 19, No. 1, pp. 43.
- Landman M. (1999)**, Breaking through the barriers to sustainable building: insights from building professionals on government initiatives to promote environmentally sound practices. Unpublished Ph.D. thesis, Department of Urban and Environmental Policy, Tufts University, U.S.A.
- Larsson N. (2005)**, Regionalism and sustainable development: genesis of SB04. *Building research and information*, Vol. 33, No. 5, pp. 397- 404.
- Leedy P.D. (2001)**, 'Practical research : planning and design', in J.E. Ommrod (ed.) 7th ed. edn, Upper Saddle River, N.J. : Merrill Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J.
- Loftness V. (2004)**, Improving building energy efficiency in the U.S: technologies and policies for 2010 to 2050. U.S. Congress House Committee on Science. Available at: <http://www.house.gov/science/hearings/energy04/may19/loftness.pdf> [Accessed on 1/9/13].
- Majdalani Z., Ajam M., Mezher T. (2006)**, Sustainability in the construction industry: a Lebanese case study. *Construction Innovation: Information, Process, Management*, Vol. 6, No. 1, pp. 33-46.
- McConville J.R. (2006)**, 'Applying Life Cycle Thinking to International Water and Sanitation Development Projects: An assessment tool for project managers in sustainable development work'.
- McKenzie S. (2004)**, Social sustainability: towards some definitions. The Hawke Research Institute Working Paper Series, No. 27.
- Munch J. (2009)**, Sustainability assessment of buildings: a comparative analysis of BREEAM, DGNB and the Swan. Unpublished Ph.D. thesis, Technical University of Denmark, Denmark.
- Nelms E., Russell D., Lence J. (2007)**, Assessing the performance of sustainable technologies: a framework and its application. *Building Research and Information*, Vol. 35, No. 3, pp. 237-51.
- Ofori G. (2001)**, 'Indicators for measuring construction industry development in developing countries', *Building Research & Information*, vol. 29, no. 1, pp. 40 - 50.
- Parkin S., Sommer F., Uren S. (2003)**, Sustainable development: understanding the concept and practical challenge. *ICE-Engineering Sustainability*, Vol. 156, No. 1, pp. 19-26.



- Pant D., Singh A., Van Bogaert G., Gallego A., Diels L., Vanbroekhoven K. (2011)**, An introduction to the life cycle assessment (LCA) of bio electrochemical systems (BES) for sustainable energy and product generation: relevance and key aspects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 15, No. 2, pp. 1305-1313.
- Riley D., Pexton K., Drilling J. (2003)**, Procurement of sustainable construction services in the United States: the contractor's role in green buildings. *Industry and environment*, Vol. 26, No. 2, pp. 66-69.
- Royal Institute of British Architects (RIBA) (2003)**, Available at: <http://www.architecture.com> [Accessed on 5/3/13].
- Saparauskas J., Turskis Z. (2006)**, Evaluation of construction sustainability by multiple criteria methods. *Technological and Economic Development of Economy*, Vol. 12, No. 4, pp. 321-326.
- Scheuer S., Keoleian G., Reppe P. (2003)**, Life cycle energy and environmental performance of a new university building: modeling challenges and design implications. *Building and Environment*, Vol. 35, No. 5, pp: 1049-1064.
- Scheuer W. (2007)**, Adoption of residential green building practices: understanding the role of familiarity, Unpublished Ph.D. Thesis, University of Michigan.
- Seiter D. (2005)**, Top five bogus reasons not to build green. Available at: <http://www.builtgreen.org/homebuilders/bogus.htm> [Accessed on 2/9/13].
- Seo S. (2002)**, International review of environmental assessment tools and databases. CRC for Construction Innovation, Brisbane.
- Shelbourn M., Anumba C., Bouchlaghem D., Khalfan M., Glass J., Carillo P. (2006)**, Managing knowledge in the context of sustainable construction. *ITcon*, Vol. 11, pp. 57- 71.
- Shen L., Tam V., Tam L., Ji Y. (2010)**, Project feasibility study: the key to successful implementation of sustainable and socially responsible construction management practice, *Journal of Cleaner Production*, vol. 18, no. 3, pp. 254-9
- Shen L., Hao L., Tam V., Yao H. (2007)**, A checklist for assessing SP of construction projects. *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol. 13 No. 4, pp. 273-281.
- Shen L., Wu Z., Chan W., Hao L. (2004)**, Application of system dynamics for assessment of sustainable performance of construction projects. *Journal of Science*, Vol. 6, No. 4, pp. 339-349.
- Soetanto R., Dainty J., Glass J., Price F. (2004)**, Criteria for assessing the potential performance of hybrid concrete structural frames. *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 11, No. 6, pp. 414-24.
- Song J., Fagerlund R., Haas T., Tatum B., Vanegas A. (2005)**, Considering pre work on industrial projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 131, No. 6, pp. 723-33.
- UN (1987)**, Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, Published as Annex to General Assembly document A/42/427.
- UN (2002)**, Report of the World Summit on Sustainable Development. Johannesburg, South Africa, United Nations, New York, NY. , viewed 8/01/2017, < <http://www.un-documents.net/aconf199-20.pdf>.
- Vanegas J., Pearce A. (2000)**, Drivers for Change: An Organizational Perspective on Sustainable Construction. Construction Congress VI February 20-22, 2000 | Orlando, Florida, United States
- Wang N., Chang Y., Forsberg P., Nunn C. (2004)**, Lifecycle assessment for sustainable design options of a commercial building in Shanghai. *Building and Environment*, Vol. 45, pp. 1415-1421.
- Wang Q., Dulaimi F., Aguria Y. (2004)**, Risk management framework for construction projects in developing countries. *Construction Management and Economics*, Vol. 22, No. 3, pp. 237-252.
- Wang Z., Calderon M., Lu Y. (2011)**, Lifecycle assessment of the economic, environmental and energy performance of biodiesel in China. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 35, pp. 2893-2902.
- Weaver A., Pope J., Saunders A., Lochner A. (2008)**, Contributing to sustainability as an environmental impact assessment practitioner. *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol. 26, No. 2, pp. 91-98.
- World Commission on Environment and Development- WCED (1987)**, The Brundtland Report, pp.35.-Available_at: http://web.env.auckland.ac.nz/courses/geog320/resources/pdf/sustainability/Sneddon_et-al_2006.pdf [Accessed on 3/4/13].
- Yin R.K. (2002)**, Case study research : design and methods, 3rd edn, Sage Publications, Thousand Oaks, Calif.
- Younan A. (2011)**, Developing a green building rating system for Egypt. Unpublished Ph.D. thesis, American University, Egypt.
- Yu C., Kim J. (2011)**, Building environmental assessment schemes for rating of IAQ in sustainable buildings. *Indoor and Built Environment*, Vol. 20, No. 1, pp. 5-15.
- Zainul Abidin N. (2010)**, 'Investigating the awareness and application of sustainable construction concept by Malaysian developers', *Habitat International*, vol. 34, no. 4, pp. 421-6.
- Zainul Abidin N., Pasquire C.L. (2005)**, 'Delivering sustainability through value management: Concept and performance overview', *Engineering, Construction and Architectural Management*, vol. 12, no. 2, pp. 168-80.
- Zeng X., Tam M., Deng M., Tam W. (2003)**, ISO 14000 and the construction industry: survey in China. *Journal of Management in Engineering*, Vol. 19, No. 3, pp. 107-115.
- Zhang Z., Yang X., Zhu Y., Wu X. (2005)**, BEPAS—a life cycle building environmental performance assessment model. *Building and environment*, Vol. 41, No. 4, pp. 669-675.