

# Un modelo para apoyar la gestión de proyectos de inversión en infraestructura escolar

**Sara Arancibia Carvajal**

Universidad Diego Portales-Facultad de Ingeniería, Santiago, Región Metropolitana, Chile,  
[sara.arancibia@udp.cl](mailto:sara.arancibia@udp.cl)

**Macarena Donoso Pérez**

Universidad Diego Portales-Facultad de Ingeniería, Santiago, Región Metropolitana, Chile,  
[macarena.donoso@udp.cl](mailto:macarena.donoso@udp.cl)

**Esteban Montenegro Iturra**

Ministerio de Educación-Departamento de Infraestructura Escolar, Santiago, Región Metropolitana,  
Chile, [esteban.montenegro@mineduc.cl](mailto:esteban.montenegro@mineduc.cl)

**Alvaro Díaz Farías**

Ministerio de Educación Departamento de Infraestructura Escolar, Santiago, Región Metropolitana,  
Chile, [alvaro.diaz@mineduc.cl](mailto:alvaro.diaz@mineduc.cl)

## RESUMEN

Para los países es muy importante disponer de herramientas de apoyo a la gestión de proyectos de inversión en infraestructura escolar, de modo de contribuir a focalizar los recursos en aquellos aspectos de mayor importancia para el mejoramiento de los establecimientos y fijar criterios para la definición de políticas públicas de inversión. El objetivo de este trabajo es presentar el desarrollo de una herramienta para el Ministerio de Educación de Chile, destinada a entregar información útil para apoyar las decisiones de inversión en infraestructura escolar, mediante la elaboración de un modelo que busca evaluar la calidad de la infraestructura escolar. Para ello se utiliza la metodología multicriterio "Analytic Hierarchy Process, AHP", considerando la participación de un panel de expertos de distintas disciplinas, con los cuales se obtienen en consenso los criterios fundamentales que determinan una infraestructura que facilite el proceso de enseñanza aprendizaje, identificando dos grandes dimensiones; Condiciones de Operación (con prioridad 72,8%) y Condiciones al Servicio del Proceso Educativo (27,2%). A su vez, se identifican 6 criterios estratégicos: Condiciones de materialidad y estado, Condiciones de servicios básicos, Condiciones del programa arquitectónico de recintos, Condiciones de espacios seguros, Condiciones de sustentabilidad, y por último, Condiciones de calidad del diseño.

**Palabras claves:** Índice de Infraestructura escolar, Modelo AHP, Inversión en infraestructura escolar

*Se agradece la colaboración a todo el panel de expertos, en especial a, Jadille Baza, Daniela Freire, Gustavo Astudillo, Eduardo Hennig, Gonzalo Yazgan, Jaime Palma, Mariana Salcedo y Mariangela De Rozas, quienes participaron sistemáticamente en la elaboración del modelo.*

## ABSTRACT

It is very important for countries to have tools to support project management investment in school infrastructure, so as to help focus resources on those areas of greatest importance for the improvement of facilities, and to establish criteria for defining public investment policies. The aim of this paper is to present the development of a tool for the Ministry of Education of Chile, designed to provide useful information to support investment decisions in school infrastructure, by developing a model that seeks to evaluate the quality of school infrastructure.

Using the multi-criteria methodology ‘Analytic Hierarchy Process’ (AHP), and with the input and participation of a panel of experts from various disciplines, a consensus is reached on what key criteria are necessary to create a structure which facilitates the teaching-learning process. Two major dimensions are identified: Operational conditions (with a priority of 72.8%) and Conditions to the service of the Educational Process (27.2%). In addition, 6 strategic criteria are identified: Materiality and conservation state conditions, Basic Services conditions, School spaces architectural program conditions, Safe spaces conditions, Sustainability and Comfort conditions, and finally, Quality of design conditions.

**Keywords:** School Infrastructure Index, Model AHP, investment in school infrastructure

### 1. INTRODUCCION

Contar con modelos de apoyo a la gestión de proyectos de inversión en infraestructura es de gran importancia para diversas instituciones. En particular para el Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC), es fundamental contar con una herramienta que le apoye en el proceso de toma de decisiones respecto a los proyectos de inversión en infraestructura escolar.

#### 1.1 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

Sin duda la infraestructura escolar juega un papel muy importante, en la creación de las condiciones adecuadas para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Para contar con infraestructura escolar adecuada que efectivamente contribuya a mejorar la calidad de la educación, es fundamental contar con información actualizada y eficiente para orientar las decisiones en infraestructura escolar. Para dar respuesta a esta necesidad, el Ministerio de Educación de Chile realizó en el año 2013 un Catastro Nacional de Infraestructura Escolar, el cual recopiló valiosa información de tipo descriptiva, respecto de las condiciones de infraestructura e instalaciones educativas en establecimientos municipales del país.

No obstante, para contar con información pertinente que efectivamente ayude a la toma de decisiones, no basta con disponer de datos puramente descriptivos, sino que es necesario agrupar y analizar la información bajo un modelo conceptual, que permita interpretar de mejor manera los datos recopilados. De esta forma surge la necesidad de contar con una metodología, que sintetice la información y permita obtener indicadores de Infraestructura escolar, que den cuenta de la evaluación de los establecimientos en diferentes dimensiones, ponderadas de acuerdo al nivel de importancia de éstas en la calidad de la infraestructura. Así, se busca diagnosticar las fortalezas y debilidades para focalizar la inversión en infraestructura escolar. Para efectos del estudio, la calidad de la infraestructura se entenderá como el grado en que ésta cumple con los requerimientos para llevar a cabo el proceso de enseñanza aprendizaje, promoviendo el bienestar de la comunidad educativa.

#### 1.2 REVISION BIBLIOGRAFICA

El disponer de modelos que sinteticen la información en indicadores es útil no sólo para caracterizar los establecimientos y orientar la toma de decisiones, sino que constituyen además un valioso insumo para el

desarrollo de estudios que permitan encontrar correlaciones y eventualmente causalidad entre la calidad de la infraestructura y otras variables tales como desempeño escolar, vulnerabilidad u otras, aportando al desarrollo de la investigación nacional en esta materia.

Diversos estudios sugieren que la infraestructura de los establecimientos educacionales tendría una influencia en el aprendizaje de los estudiantes (Milton 2008). En general, se observa en la revisión de la literatura diferentes hallazgos, donde en muchos casos los resultados no son consistentes, es decir, mientras que algunos estudios concluyen que las dimensiones relativas a la infraestructura y el equipamiento escolar no tienen influencia en el aprendizaje de los alumnos, otros confirman una relación positiva, aunque ésta suele ser moderada o indirecta. (García et al., 2007; Duarte, 2011). Un examen más detenido de esta literatura sugiere que cuando las instalaciones escolares son medidas desde el punto de vista de la construcción, es decir de la ingeniería de las instalaciones físicas de los establecimientos, se observa poca relación con los resultados de aprendizaje. Por el contrario, cuando las instalaciones de la escuela se han valorado en términos de las funciones educativas, existe una conexión con los resultados del aprendizaje (Lance, 2009; Picus et al., 2005).

Respecto a los indicadores que existen para medir infraestructura escolar es importante señalar el índice FCI de Norte América denominado "Índice de las condiciones de la instalación" (FCI: Facility condition index) el que considera un enfoque estandarizado para la medición, donde una puntuación FCI mide el estado de las condiciones de las instalaciones, por aplicación de una fórmula que divide el valor de mantenimiento diferido de un edificio por su costo de reemplazo total. Otros índices utilizados en la literatura son el Índice CAPE y el índice Evaluative Assessment Index (EAI), los que utilizan las evaluaciones de los directores para generar una medida "descriptiva" de las condiciones adecuadas de las instalaciones del establecimiento escolar (Lance, 2009; OECD, 2000).

En general los estudios muestran ciertos factores de la infraestructura o del lugar que tendrían alguna incidencia en el aprendizaje, pero lo realmente indiscutible es que los factores que se consideran para medir la infraestructura tienen relación con las condiciones básicas de operación (conexión a agua potable, energía eléctrica, alcantarillado, etc), la materialidad y el estado de las instalaciones, superficies edificadas, condiciones que tienen relación con el confort humano y aspectos relacionados con la salud y seguridad (Schneider, 2002; Buckley et al., 2004; Roberts et al., 2008).

En particular, se puede observar en los estudios publicados por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2006), indicadores de infraestructura tales como: Área (m<sup>2</sup> construidos), Estado de Edificaciones, Acceso a Servicios y Ambientes. Asimismo, el Instituto Nacional para la Evaluación Educativa de México (2007) ha publicado los siguientes indicadores de infraestructura: Existencia de Espacios Físicos de Apoyo a la Enseñanza, Existencia de espacios administrativos y de uso común, Mantenimiento y conservación de las instalaciones, Orden y limpieza del establecimiento, Mobiliario escolar (Aguilar et al., 2007).

En base a la revisión de la literatura y a la experiencia y conocimiento de profesionales expertos en infraestructura escolar, se plantea un modelo para evaluar la calidad de la infraestructura, basado en la metodología multicriterio AHP que a continuación se describe.

## **2. DESARROLLO DEL MODELO**

### **2.1 METODOLOGIA MULTICRITERIO AHP**

La elaboración de un modelo de medición para obtener índices de infraestructura exige utilizar una metodología que sea capaz de combinar los distintos objetivos, dimensiones, actores y escalas que están presentes en el proceso de evaluación de la infraestructura sin sacrificar la calidad, confiabilidad y participación de los distintos actores involucrados en dicho proceso para la obtención de los resultados del índice.

Al abordar el problema desde la teoría de la medición, se tiene que, el proceso de construcción de una métrica absoluta para el Índice de infraestructura, implica necesariamente la agregación de variables que se miden en diferentes escalas y la incorporación de juicios de valor que permitan establecer distintos niveles de importancia entre ellas. En este contexto, se requiere de un mecanismo confiable y con sustento teórico, que permita transformar estas unidades en una unidad abstracta que sea válida para todas las escalas. El problema radica entonces en ¿Cómo determinar la importancia de estos factores y cómo sintetizar toda esta información en un único indicador? Este problema es resuelto por las metodologías de análisis multicriterio de apoyo a la toma de decisiones. Una de las características principales de las metodologías multicriterio es la diversidad de factores que logran integrar en el proceso de evaluación. La particularidad de cada metodología está en la forma cómo transforman las mediciones y percepciones en una escala única, lo que permite comparar los elementos y establecer órdenes de prioridad.

El modelo de medición para la creación del Índice de infraestructura se construirá en base a la metodología multicriterio del Proceso Analítico Jerárquico, lo que además, permitirá obtener ponderaciones más representativas para las variables que conforman el índice en base al juicio de expertos. El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) es una metodología de análisis multicriterio, desarrollada a fines de la década del setenta por el doctor en matemáticas Thomas L. Saaty. Este proceso está orientado a facilitar la toma de decisiones eficientes en situaciones complejas, representa una manera efectiva para explicitar y simplificar el proceso que naturalmente ocurre en la mente de quienes toman las decisiones.

En términos generales, el AHP es un método de descomposición de estructuras complejas en sus componentes, ordenados en una estructura jerárquica. Además, asigna valores numéricos para los juicios (subjetivos) de la importancia relativa de cada componente y finalmente sintetiza estos juicios para determinar cuál de las variables tiene la más alta prioridad.

Cabe señalar que los criterios considerados en la jerarquía no son, necesariamente, expresables en una sola unidad, por lo que el enfoque multicriterio es el más apropiado para conjugar, en una expresión de prioridad, la consideración conjunta de estos factores. De hecho, una de las características principales de este tipo de metodologías es la diversidad de factores que se logra integrar en el proceso de evaluación. La particularidad de cada metodología está en la forma de transformar las mediciones y percepciones en una escala única, a fin de poder comparar los elementos y establecer órdenes de prioridad (Saaty, 1997).

## **2.2 CONSTRUCCION DEL MODELO**

### **2.2.1 OBJETIVO DEL MODELO**

El objetivo principal del modelo es evaluar la calidad de la infraestructura escolar, construyendo índices para cada uno de los factores relevantes en esta materia.

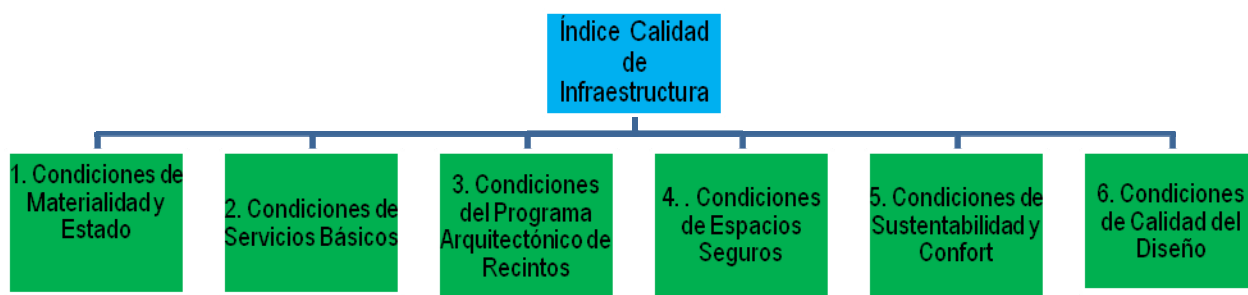
Se busca contar con un índice y un conjunto de subíndices que entreguen información que contribuyan a orientar y focalizar la inversión pública en infraestructura escolar, apoyando el proceso enseñanza-aprendizaje de los alumnos.

### **2.2.2 CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA JERARQUICA**

Para la construcción de la estructura jerárquica se invitó a un panel de 17 expertos de distintas disciplinas. Además se realizaron dos talleres ampliados donde se sumaron 4 profesionales más para la validación y asignación de prioridades de la estructura jerárquica. Participaron representantes de distintas áreas del Ministerio de Educación, además de profesionales del Ministerio de Obras Públicas, del Ministerio de Desarrollo Social, de Educación 2020, de la Asociación Chilena de Municipalidades y del Colegio de Arquitectos.

El proceso de construcción del indicador se realizó desde la perspectiva del DEBER SER, es decir se generó el indicador IDEAL, de acuerdo a los elementos que los expertos del panel consideraron relevantes para que la infraestructura cumpla su rol de apoyo al proceso educativo. Complementando lo anterior, se realizó una revisión bibliográfica y un *brainstorming* con el panel de expertos. Finalmente, luego de un proceso iterativo y de validación se llegó a obtener consenso en los criterios fundamentales que determinan una infraestructura adecuada para un buen desarrollo del proceso educativo, definiendo la estructura del indicador final. Se identificaron dos grandes dimensiones; Condiciones de Operación y Condiciones al Servicio del Proceso Educativo. Ambas dimensiones forman parte de una infraestructura al servicio de un proceso de enseñanza-aprendizaje que promueve el bienestar de la comunidad educativa.

La figura 1 muestra la estructura con los criterios estratégicos del modelo, donde los primeros cuatro criterios corresponden a las condiciones de operación y los dos últimos a las condiciones al servicio del proceso educativo. Cabe señalar que dicha estructura no es estática sino que es dinámica, y puede estar sujeta a actualizaciones (adición y eliminación de criterios y subcriterios) en el tiempo.



**Figura 1: Criterios Estratégicos del modelo**

A continuación se presenta el objetivo de cada criterio estratégico

Condiciones de Materialidad y Estado: Disponer de información que permita tomar acciones a tiempo, respecto a la construcción de los pabellones del establecimiento en relación a su materialidad y estado, de modo de asegurar un funcionamiento adecuado para el proceso educativo.

Condiciones de Servicios Básicos: Conocer las condiciones básicas del establecimiento para tomar acciones a tiempo, respecto al tipo de sistema y el estado operativo en que se encuentran los servicios básicos, que aseguren una operación continua.

Condiciones del Programa Arquitectónico de Recintos: Conocer los estándares de superficie y/o artefactos por alumno, de los espacios necesarios para llevar a cabo el proceso educativo, además de la dotación de mobiliario y equipos de aulas y otros recintos docentes, de modo de identificar los establecimientos que requieren apoyo en inversión.

Condiciones de Espacios Seguros: Conocer las condiciones referidas a los riesgos y elementos de seguridad que presenta el establecimiento, con la finalidad de disponer de elementos que permitan tomar acciones a tiempo, respecto a implementar acciones de urgencia que mitiguen los riesgos y se priorice en dar las condiciones de seguridad que requiere la comunidad escolar del establecimiento.

Condiciones de Sustentabilidad y Confort: Conocer las condiciones de diseño que minimicen o reduzcan los impactos negativos del establecimiento en el medio ambiente, y las condiciones de habitabilidad y confort que

ofrece el establecimiento a la comunidad escolar para apoyar el proceso educativo, con la finalidad de disponer de información para tomar decisiones de inversión que favorezcan un ambiente adecuado y confortable.

Condiciones de Calidad del Diseño : Conocer las condiciones de diseño que presenta el establecimiento, con la finalidad de disponer de elementos que permitan tomar decisiones de inversión que mejoren las dimensiones evaluadas, apoyando el proceso de enseñanza aprendizaje y asegurando un mayor bienestar a la comunidad educativa.

Es importante señalar que el criterio de Sustentabilidad y confort ya se encuentra recogido en el proyecto “Diseño e implementación de Sistema Nacional de Certificación de Calidad Ambiental y Eficiencia Energética para Edificios de Uso Público Certificación IC - Edificio Sustentable”, en el cual el MINEDUC participó como institución interesada. Ese proyecto consideró la construcción de un índice de sustentabilidad específico para edificaciones escolares, incluyendo como parte central los requerimientos de confort y habitabilidad para este tipo de edificio.

El modelo completo con todos los criterios y subcriterios se puede apreciar en la tabla 2.

### 2.2.3 IMPORTANCIA DE LAS DIMENSIONES DEL MODELO

Una vez consensuada la estructura junto con los elementos que componen el indicador de calidad de infraestructura escolar, para determinar los niveles de importancia de cada una de las dimensiones, sub-dimensiones e indicadores terminales, se utilizó la metodología propuesta por el Proceso Analítico Jerárquico: realizar comparaciones a pares entre los elementos que definen las diferentes dimensiones y sub-dimensiones para luego, calcular el vector propio de la matriz simétrica de juicios, elemento que los sintetiza en una escala de proporciones.

Los expertos participantes del panel ampliado se distribuyeron en tres grupos de trabajo. Los juicios se emitieron en base al consenso al interior de cada grupo.

Tanto a nivel grupal como para el modelo combinado se muestran los pesos globales y los pesos locales obtenidos para cada elemento del modelo. El peso o prioridad local corresponde a la importancia que posee el ítem en relación a la variable o dimensión a la que pertenece en la estructura (en relación a su padre); es decir se reparte 100% de importancia entre los elementos que componen esa dimensión. El peso o prioridad global representa la importancia que posee cada ítem en el modelo completo, es decir la importancia final en el indicador de infraestructura. Los resultados de las prioridades de cada criterio se pueden ver en la tabla 2.

A nivel de criterios estratégicos los resultados son los siguientes:

**Tabla 1: Importancia de los criterios estratégicos**

Criterio Estratégico	Combinado	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
1. Condiciones de materialidad y estado	21,2%	20,5%	21,6%	21,1%
2. Condiciones de servicios básicos	18,9%	20,1%	19,3%	17,0%
3. Condiciones de programa arquitectónico de recintos	17,0%	13,5%	16,5%	21,9%
4. Condiciones de espacios seguros	15,8%	15,0%	17,0%	15,2%
5. Condiciones de sustentabilidad y confort	14,0%	15,9%	12,8%	13,2%
6. Condiciones de calidad del diseño	13,2%	15,0%	12,8%	11,6%

**Tabla 2: Prioridades de los Criterios del Modelo**

<b>Criterio</b>	<b>Prioridad Local</b>	<b>Prioridad Global</b>
<b>1. Condiciones de materialidad y estado</b>	<b>21,2%</b>	<b>21,2%</b>
1.1. Materialidad	33,4%	7,1%
1.1.1. Pabellones , SS.HH, Cocinas	67,4%	4,8%
1.1.2. Areas exteriores	32,6%	2,3%
1.2. Estado de conservación	66,6%	14,1%
1.2.1. Pabellones	25,3%	3,6%
1.2.2. SSHH	25,6%	3,6%
1.2.3. Cocinas	19,5%	2,7%
1.2.4. Areas exteriores	11,7%	1,7%
1.2.5. Mobiliario y equipos	18,0%	2,5%
<b>2. Condiciones de servicios básicos</b>	<b>18,9%</b>	<b>18,9%</b>
2.1. Agua potable	17,9%	3,4%
2.2. Alcantarillado	17,9%	3,4%
2.3. Agua caliente sanitaria	8,5%	1,6%
2.4. Enegia eléctrica	16,2%	3,1%
2.5. Teléfono	7,6%	1,4%
2.6. Internet	9,5%	1,8%
2.7. Sistemas de accesibilidad	11,5%	2,2%
2.8. Red húmeda	10,7%	2,0%
<b>3. Condiciones de programa arquitectónico de recintos</b>	<b>17,0%</b>	<b>17,0%</b>
3.1. Estándares de existencia de recintos y superficies	68,6%	11,7%
3.1.1. Aulas	29,9%	3,5%
3.1.2. Otros recintos docentes	34,2%	4,0%
3.1.2.1. Biblioteca	23,5%	0,9%
3.1.2.2. Laboratorios	19,7%	0,8%
3.1.2.3. Talleres y multitalleres	18,7%	0,7%
3.1.2.4. Recintos habilitados para computación	16,8%	0,7%
3.1.2.5. Sala de profesores	21,2%	0,8%
3.1.3. Recintos deportivos	6,8%	0,8%
3.1.4. Recintos administrativos	4,3%	0,5%
3.1.5. Servicios	17,1%	2,0%
3.1.5.1. Espacios comedores	24,2%	0,5%
3.1.5.2. Espacios cocinas	24,2%	0,5%
3.1.5.3. SSHH	51,6%	1,0%
3.1.6. Patios	7,7%	0,9%
3.2. Mobiliario	31,4%	5,4%
3.2.1. Aulas	56,5%	3,0%
3.2.2. Otros recintos docentes	43,5%	2,3%
<b>4. Condiciones de espacios seguros</b>	<b>15,8%</b>	<b>15,8%</b>
4.1. Riesgos	51,5%	8,1%
4.1.1. Riesgos del entorno	40,0%	3,2%
4.1.2. Riesgos internos	60,0%	4,9%
4.2. Seguridad	48,5%	7,6%
4.2.1. Condiciones generales	59,4%	4,5%
4.2.2. Cierros	40,6%	3,1%
<b>5. Condiciones de sustentabilidad y confort</b>	<b>14,0%</b>	<b>14,0%</b>
5.1. Calidad ambiente interior pasivo	38,7%	5,4%
5.1.1. Confort térmico pasivo	26,0%	1,4%
5.1.2. Confort visual pasivo	23,4%	1,3%
5.1.3. Calidad del aire forma pasiva	32,5%	1,8%
5.1.4. Confort acústico pasivo	18,2%	1,0%
5.2. Envoltente y demanda de energía	26,9%	3,8%
5.2.1. Demanda energía (Aislación Térmica)	67,9%	2,6%
5.2.2. Hermeticidad	13,2%	0,5%
5.2.3. Energía incorporada	18,9%	0,7%
5.3. Calidad de ambiente interior activo	9,1%	1,3%
5.3.1. Calidad del aire activo	69,4%	0,9%
5.3.2. Confort acústico activo	11,1%	0,1%
5.3.3. Confort térmico activo	19,4%	0,2%
5.4. Consumo eficiente y generación de energía	19,2%	2,7%
5.4.1. Iluminación artificial	36,8%	1,0%
5.4.2. Climatización y ACS	42,1%	1,1%
5.4.3. Otros consumos	5,3%	0,1%
5.4.4. ERNC	15,8%	0,4%
5.5. Uso eficiente del agua	6,1%	0,8%
5.5.1. Agua potable	87,5%	0,7%
5.5.2. Riego	12,5%	0,1%
<b>6. Condiciones de Calidad del Diseño</b>	<b>13,2%</b>	<b>13,2%</b>
6.1. Apertura a la comunidad	10,5%	1,4%
6.2. Flexibilidad y multifuncionalidad	13,9%	1,8%
6.3. Funcionalidad	22,0%	2,9%
6.4. Ambientación	15,6%	2,1%
6.5. Diseño inclusivo	16,1%	2,1%
6.6. Diseño de espacios y mobiliario	21,9%	2,9%

Las dimensiones más importantes resultaron ser “Las condiciones de materialidad y estado” y “Las condiciones de servicios básicos”, las que en conjunto se llevan el 40% del indicador. Se observa además que los criterios o dimensiones que más importan, son las que proveen las condiciones de operación para el funcionamiento de un establecimiento, sumando una importancia del 72,8%, seguida de aquellas que facilitan el logro de los objetivos académicos, alcanzando un valor de 27,2%.

#### **2.2.4 INDICADORES**

La tabla 3 muestra una síntesis de los indicadores del modelo, los cuales están todos en una escala de proporciones de 0 a 1, con los que se obtienen índices para cada criterio que conforma el modelo. Hay que destacar que la medición de la calidad de la infraestructura de un determinado establecimiento, queda determinada por la evaluación que éste obtenga en cada uno de los criterios terminales de la estructura (indicadores), ponderada por el peso global del indicador.

Como el objetivo del índice de calidad de infraestructura, es agregar las distintas variables que definen la calidad en una única escala común (de proporciones entre 0 y 1), fue necesario definir funciones de transformación para la evaluación de los establecimientos en los diferentes indicadores terminales que componen el índice, para definir el porcentaje de logro para la medición en la escala original de los distintos criterios. El proceso de definición de estándares se realizó en consenso en base a la opinión del panel de expertos y considerando revisión de estándares internacionales en la materia.

### **3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El modelo generado bajo la metodología multicriterio AHP permitió al panel de expertos discutir, investigar y reflexionar, acerca de las dimensiones más relevantes a considerar para evaluar la calidad de la infraestructura escolar, de modo de apoyar la gestión en los proyectos de inversión. El modelo obtenido fue validado (validez de contenido) por un panel de expertos de 21 profesionales de distintas disciplinas y representantes de varias instituciones.

Al disponer del índice de infraestructura se contará con información que permitirá caracterizar las condiciones del establecimiento en dos macrodimensiones; Condiciones de Operación (materialidad, deterioro, servicios básicos, riesgos y seguridad) y Condiciones al Servicio del Proceso Educativo (sustentabilidad y confort y calidad del diseño), lo que constituye una poderosa herramienta de apoyo a la toma de decisiones de inversión y también de gestión.

Se dispondrá de un ranking de establecimientos en función de la evaluación de la calidad de infraestructura tanto a nivel agregado (en un solo índice) como a nivel desagregado por cada subdimensión del modelo, lo que permite identificar claramente las necesidades prioritarias de los establecimientos.

Desde otra perspectiva el índice constituye una herramienta de gestión pública:

- El índice de infraestructura junto a otros indicadores permitirán tomar mejores decisiones respecto a los establecimientos, como por ejemplo, en qué colegios invertir, colegios que no son factibles de seguir operando, dimensiones en la que es necesario invertir a nivel nacional.
- El disponer de un diagnóstico desagregado, permite establecer proyectos de inversión a nivel de subdimensiones, por ejemplo; programa de mejoramiento de servicios básicos o programa de mitigación de riesgos, etc.
- El índice y los subíndices permitirán realizar estudios estadísticos, que determinen si existe incidencia de las variables que definen la calidad de infraestructura (consideradas en este indicador) con variables asociadas al desempeño, y al desarrollo biosicosocial de los estudiantes en los establecimientos.



- Finalmente el modelo desarrollado para el índice constituye una herramienta de orientación para el diseño y los estándares que deberán ser considerados para la construcción de nuevos establecimientos

Durante el desarrollo del estudio, se identificó la necesidad de revisar y actualizar la normativa de infraestructura escolar, dado que en varios casos la norma actual está por debajo de los estándares para infraestructura exigidos a nivel internacional o definitivamente no existe. Si bien los expertos sugieren estándares más adecuados para el cálculo de ciertos indicadores de superficie, es indispensable la actualización de la norma de modo de exigir a los establecimientos estándares superiores.

El catastro de infraestructura escolar realizado por el Mineduc se focalizó en evaluar principalmente variables de la macrodimensión, “Condiciones de Operación”, para priorizar la inversión en establecimientos que estuvieran deficitarios en los aspectos básicos del funcionamiento. No obstante se propone que en una segunda etapa, una vez que la inversión se haya focalizado en cubrir las necesidades básicas de los establecimientos, se incorpore la macrodimensión de “Condiciones al Servicio del Proceso Educativo”, para mejorar el nivel de servicio que presta la infraestructura al proceso de enseñanza aprendizaje. Se sugiere para esa etapa profundizar en la creación de algunos indicadores, como los correspondientes al criterio de sustentabilidad y confort que permitan levantar la información en un tiempo razonable en los establecimientos y factibles de medir en un catastro que se aplica a miles de establecimientos escolares.

**Tabla 3: Indicadores del Modelo**

Crterios Estratgicos	Crterios Terminales	Indicadores	Etiqueta de los indicadores
Condiciones de materialidad y estado (7 criterios terminales)	Mat Pabellones , SS.HH, Cocinas Mat Areas exteriores Estado Pabellones Estado SSHH Estado Cocinas Estado Areas exteriores Estado Mobiliario	IMPE IMPPE IDPE IDSSHHE IDCE IDPatiosE IDME	Calidad Materialidad Pabellones Diversidad Materialidad Pavimento Patios Deterioro Pabellones Deterioro SS.HH. Deterioro Cocinas Deterioro Patios Deterioro Mobiliario
Condiciones de servicios bsicos (8 criterios terminales)	Agua potable Alcantarillado Agua caliente sanitaria Energía elctrica Teléfono Internet Sistemas de accesibilidad Red húmeda	ISAPE ISAE ISACE ISEEE ET EI ISAcCE ISRHE	Calidad Sistema Agua Potable Calidad Sistema Alcantarillado Calidad Sistema Agua Caliente Sanitaria Calidad Sistema Energía Elctrica Existencia Red Telefónica Existencia Internet Calidad Sistema Accesibilidad Calidad Sistema Red Húmeda
Condiciones de programa arquitectónico de recintos (14 criterios terminales)	Aulas Biblioteca Laboratorios Talleres y multitalleres Recintos habilitados para computación Sala de profesores Recintos deportivos Recintos administrativos Espacios comedores Espacios cocinas SSHH Patios Mobiliario y equipos aulas Mobiliario y equipos otros recintos docentes	ISupAE ISB ISL IST ISC ISSP ISCRDE ERAE ISRC ISRCoc DASE IPatiosE MobEqAulas MobEqOtroRecDoc	Superficie Aulas Superficie Bibliotecas Superficie Laboratorios Superficie Talleres y Multitalleres Superficie Computación Superficie Sala de Profesores Superficie y Cerramiento Recintos Deportivos Existencia Recintos Administrativos Superficie Comedores Superficie Cocinas Dotación Artefactos Sanitarios Patios Existencia de mobiliario y equipos adecuados en aulas Existencia de mobiliario y equipos adecuados en otros recintos docentes
Condiciones de espacios seguros (4 criterios terminales)	Riesgos del entorno Riesgos internos Condiciones generales Cierros	IREE IRIE CGSE IEECE	Existencia de Riesgos del Entorno Existencia de Riesgos Internos Existencia de Condiciones Generales de Seguridad Existencia y Estado de Cierros
Condiciones de sustentabilidad y confort (16 criterios terminales)	Confort térmico pasivo Confort visual pasivo Calidad del aire forma pasiva Confort acústico pasivo Demanda energía Hermeticidad Energía incorporada Calidad del aire activo Confort acústico activo Confort térmico activo Iluminación artificial Climatización y ACS Otros consumos ERNC Uso eficiente del Agua potable Uso eficiente del Riego	CTP CVP CAFP CAP DE Herm EI CAA CAA CTA IA Climat OC ERNC UEAP UER	Calidad de Confort térmico pasivo Calidad de Confort visual pasivo Calidad del aire forma pasiva Calidad de Confort acústico pasivo Demanda energía Condiciones de Hermeticidad Demanda Energía incorporada Calidad del aire activo Calidad del Confort acústico activo Calidad del Confort térmico activo Consumo Iluminación artificial Climatización y ACS Consumo eficiente Otros consumos Generación de energía ERNC Uso eficiente del Agua potable Uso eficiente del Riego
Condiciones de calidad del diseño (6 criterios terminales)	Apertura a la comunidad Flexibilidad y multifuncionalidad Funcionalidad Ambientación Diseño inclusivo Diseño de espacios y mobiliario	AperComE FlexMulE FuncE AmbE DiseñoInclE DisEspMob	Porcentaje de Apertura a la Comunidad Porcentaje de condiciones de flexibilidad y multifuncionalidad Porcentaje de condiciones de funcionalidad Porcentaje de condiciones de ambientación Porcentaje de condiciones de diseño inclusivo Porcentaje de existencia de diseño de espacios y mobiliario

## REFERENCES

- Aguilar, M and Flores, D. (2007). Infraestructura escolar en las primarias y secundarias de México. Disponible en: <http://www.inee.edu.mx/sitioinee10/Publicaciones/InformesdeResultados.pdf> (accessed february 10, 2014).
- Buckley, J., Schneider, M. and Shang, Y. (2004), “LAUSD school facilities and academic performance”, National Clearinghouse for Educational Facilities, Washington, DC. Available at [http://sdunified.org/board/committees/adhocbond/exhibits/lausd\\_facilities.pdf](http://sdunified.org/board/committees/adhocbond/exhibits/lausd_facilities.pdf). (accessed february 10, 2014).
- Duarte, J., Gargiulo, C., and Moreno, M. (2011). “Infraestructura Escolar y Aprendizajes en la Educación Básica Latinoamericana: Un análisis a partir del SERCE”. Notas Técnicas del BID. #IDB-TN-277, pp.1-35.
- García et al., (2007). “Infraestructura escolar en las primarias y secundarias de México”, Primera Edición. Documento del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE), México, pp.1-79.
- Lance,W.R. (2009).“Measuring school facility conditions:an illustration of the importance of purpose”. Journal of Educational Administration Vol. 47 No. 3, pp368-380.
- Milton, S. (2008). “School building quality and student performance in south Carolina public high schools: A structural equation model”. Ph.D. thesis Clemson University. Estados Unidos.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2006: Taller de Infraestructura escolar. Indicadores básicos. Disponible en [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-168726\\_archivo\\_ppt1.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-168726_archivo_ppt1.pdf) (accessed february 10, 2014).
- OECD (2000), The Appraisal of Investments in Educational Facilities, Organization for Economic Cooperation & Development Publishing, Paris.
- Picus, L., Marion, S., Calvo, N. and Glenn, W. (2005), “Understanding the relationship between student achievement and the quality of school facilities: evidence from Wyoming”, Peabody Journal of Education, Vol. 80 No. 3, pp. 71-95.
- Roberts, L.W., Edgerton, J.D. and Peter, T. (2008), “The importance of place: facility conditions and learning outcomes”, Education Canada, Vol. 48 No. 3, pp. 48-51.
- Saaty, T. (1997). Toma de Decisiones para Líderes. El Proceso Analítico Jerárquico, la Toma de Decisiones en un Mundo Complejo. RWS Publications.
- Schneider, M. (2002), “Do school facilities affect academic outcomes?”, National learninghouse for Educational Facilities, available at: <http://www.ncef.org/pubs/outcomes.pdf> (accessed february 10, 2014).

### ***Authorization and Disclaimer***

*Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.*