

# Estudio de factibilidad para la creación de una escuela ecológica en Riobamba, Ecuador

## Feasibility study for the creation of an ecological school in Riobamba, Ecuador

MEJÍA, Martha C. 1; VELOZ, Silvia P. 2; SERRANO, Kathy V. 3 y VILLAVICENCIO, Lilia 4

Recibido: 17/01/2019 • Aprobado: 07/06/2019 • Publicado 24/06/2019

### Contenido

1. Introducción
2. Metodología
3. Resultados
4. Conclusiones

Referencias bibliográficas

#### RESUMEN:

Las escuelas ecológicas o escuelas verdes se han convertido actualmente en una excelente oportunidad para proporcionar entornos saludables para estudiantes, profesores y comunidad en general. Por tanto, el propósito principal del estudio fue evaluar la factibilidad de crear una escuela ecológica en la ciudad de Riobamba ubicada en la región central de Ecuador; a partir de la realización de estudios de mercado, técnico, financiero y ambiental. Dichos estudios en general arrojaron indicadores positivos que demuestran que el proyecto es factible.

**Palabras clave:** Escuela ecológica, factibilidad técnica, financiera y ambiental

#### ABSTRACT:

Green schools have now become an excellent opportunity to provide healthy environments for students, teachers and the community at large. Therefore, the main purpose of the study was to evaluate the feasibility of creating an ecological school in the city of Riobamba, located in the central region of Ecuador, based on market, technical, financial and environmental studies. These studies generally yielded positive indicators demonstrating that the project is feasible.

**Keywords:** P

## 1. Introducción

En la actualidad es común hablar sobre la necesidad de conservar los recursos de la naturaleza, ya que cumplen una función indispensable en la satisfacción de necesidades básicas de la población. El deterioro ambiental, y especialmente el cambio climático, exige que la sociedad y todos los sectores ya sean productivo, económico e incluso educativo, reorienten profundamente sus acciones de producción y consumo.

En este sentido, es importante la labor que el sector educativo puede realizar en bien del medio ambiente, ya que cobra especial relevancia el ambiente físico, psicológico y educativo

que ofrece la escuela en la cual se transmiten valores implícita o explícitamente, además que se brinda a los estudiantes oportunidades para que puedan convertirse en sujetos activos de la sociedad. Una educación con un enfoque ecológico empieza en la escuela básica con planes y modelo de desarrollo reorientados hacia la sostenibilidad y la equidad (Cantera, Echeverría, Fernández, Galarza, Hornilla y Huesa, 2006).

Considerando las posibilidades reales que tiene un centro educativo para introducir y desarrollar una cultura ambiental, se establece la necesidad de plantear la presente propuesta de creación de una escuela ecológica, cuyo objetivo principal es evaluar la factibilidad técnica, financiera y ambiental para su creación en una zona que carece de establecimientos educativos con estas características.

Si bien es cierto que existen experiencias escolares en relación al cuidado del medio ambiente, estas se enmarcan únicamente en ciertas acciones como campañas puntuales de reforestación, limpieza de algún solar, mejora en algunos aspectos del entorno escolar, viveros y huertos, por tanto, estas escuelas desperdician muchas posibilidades de reducir costos y proteger la salud de los/as estudiantes. Al contrario, este proyecto pretende ofrecer una escuela de educación básica con características ecológicas pensadas desde su construcción, buscando su sostenibilidad a través de la utilización de materiales amigables con el medio ambiente, particularmente importante resulta la propuesta de instalación de sistemas más eficientes de ahorro de energía y agua. Esto complementado con acciones constantes de educación ambiental y fortalecimiento de prácticas de cuidado y protección al medio ambiente, por ejemplo actividades de reciclaje de basura.

El segmento de mercado al cual estuvo dirigido el proyecto fue la población en edad escolar, básicamente el grupo comprendido en edades de 5 a 14 años, que habitualmente se encuentra cursando la educación general básica. Para determinar las características básicas de este grupo de población, así como de sus familias, se procedió inicialmente a establecer una muestra, para posteriormente aplicar una encuesta a padres de familia de Riobamba. Fue importante la información sobre indicadores educativos suministrada por la Dirección Distrital 3 de Riobamba del período 2015 - 2016, para realizar los análisis de oferta y demanda del servicio educativo.

A partir de los resultados obtenidos en el estudio de mercado, se realizó el estudio técnico, administrativo-legal, financiero y ambiental para la creación de la escuela ecológica, y de esta manera determinar la factibilidad del proyecto.

## **1.1. Realidad ambiental en Ecuador**

De acuerdo con un estudio de Fundación Natura realizado en escuelas de diferentes sectores de la ciudad de Quito, el aire se ha convertido en un foco de enfermedades tanto en sectores urbanos como rurales. El humo que emanan los automotores es una de las principales causas y ha demostrado que los niveles más altos de monóxido en la sangre se encuentran en los niños cuyas escuelas se encuentran en los sectores céntricos de mayor contaminación atmosférica, además de que estos generan a corto plazo severos índices de contaminación en las ciudades, destrucción de la capa de ozono y el efecto invernadero (cambio climático global) (Fundación Natura, Municipio Metropolitano de Quito, 2000).

Los problemas ambientales de las áreas urbanas y rurales de la provincia de Chimborazo y Riobamba, se enmarcan indudablemente en la crisis de civilización que actualmente afecta al planeta, y reducen las posibilidades para una buena calidad de vida de la población, en especial de los grupos sociales pobres y desprotegidos (Ecociencia, 2009).

Las escuelas tradicionales, por lo general, son ineficientes ecológicamente y presentan problemas de eliminación inadecuada de basura, desperdicio de agua, de electricidad, que ahonda aún más el deterioro ambiental. Es imprescindible reconocer los problemas ambientales que nos afectan y valorar nuestro papel en la elección de las mejores estrategias para tomar parte de la solución. La comunidad educativa se constituye en un sector capaz de incidir sobre y en el entorno, en la búsqueda de una mayor eficacia en el tratamiento de los problemas ambientales que nos acosan.

En este sentido, lo que se busca es desarrollar un concepto de sostenibilidad, es decir, una

pauta de crecimiento que satisfaga las necesidades actuales asegurando la permanencia de los recursos necesarios para las necesidades futuras, por lo tanto, no sólo es necesario elaborar proyectos de desarrollo sostenible desde las buenas intenciones de los equipos multidisciplinares, sino que hay que llevarlos al terreno de la práctica y someterlos a las herramientas de la evaluación socioeconómica y ambiental (Cuello, 2003).

## **1.2. Escuelas ecológicas para la sostenibilidad ambiental**

Ante los graves problemas ambientales que enfrentamos en la actualidad, diversos organismos internacionales plantean la necesidad de emprender acciones, desde diferentes ámbitos de la realidad social, incluyendo el educativo, para que los ciudadanos puedan aprender y comprender las causas y consecuencias de los problemas de insostenibilidad y participar en la consecución de un desarrollo humano inclusivo, ambiental y socialmente sostenible (Van Hoff, Monroy, & Saer, 2008). Detrás de este término encontramos propuestas muy dispares que nos hablan de la fuerte polarización en el diseño de edificios ecológicos (Baño Nieva & Vigil-Escalera, 2005).

Las escuelas ecológicas hacen más bien haciendo menos mal, ya que los elementos de diseño y construcción verdes de estas escuelas impactan positivamente al ambiente y a la comunidad en general, constituyéndose en una fuente significativa de oportunidades económicas y ambientales, estos beneficios se traducen en la utilización entre un 30 y un 50% menos de energía y un 30% menos de agua que los edificios escolares tradicionales, lo que representa ahorros de dinero por concepto de consumo energético equivalentes al 54.5% (Kats, 2006).

Se pueden encontrar buenas experiencias de centros educativos que aplican todas estas recomendaciones para alcanzar la sostenibilidad, como los del Programa Escolares Verdes (PEV) de Catalunya, que incorpora valores de educación para la sostenibilidad y promueve la implicación activa en la mejora de su entorno (barrio, municipio). En 30 países, se han realizado programas patrocinados por empresas por valor de 1,7 millones de dólares estadounidenses anuales, aproximadamente. Cabe destacar la pertinencia y eficacia de sus programas de ahorro de energía, ya que en Inglaterra se redujeron en un 20% las emisiones de dióxido de carbono durante los tres últimos años y en Australia se obtuvieron ahorros de energía de hasta el 71%. El promedio mundial oscila entre el 8% y el 10% (UNESCO, 2012). Las escuelas ecológicas están concebidas como unas edificaciones novedosas y muy bien pensadas, diseñadas con sumo cuidado en cada uno de sus detalles, para crear un ambiente propicio que permita favorecer el proceso de aprendizaje a niños y jóvenes.

---

## **2. Metodología**

El estudio se realizó en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, ubicada en la región Sierra – Centro de Ecuador. Para este tipo de estudio que buscó determinar la factibilidad para la creación de una escuela ecológica, el diseño de investigación fue de tipo no experimental, descriptivo y de corte transversal. El estudio de factibilidad estuvo compuesto por cuatro fases: Estudio de mercado, técnico, financiero y ambiental. Para el estudio de mercado se utilizaron tanto fuentes primarias como secundarias. La técnica utilizada para la recolección de datos primarios fue la encuesta, la cual estuvo dirigida a padres de familia de la ciudad de Riobamba, además se realizaron visitas en calidad de clientes potenciales a algunos centros educativos privados para conocer los servicios que ofrecen y el valor de matrícula y pensión. Como fuentes secundarias se utilizaron datos del último censo de población del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), es decir del año 2010, se solicitó información de la base de datos de la Dirección de Educación Distrital 3 de Riobamba, sobre los servicios educativos en esta ciudad, como el número de establecimientos educativos, tipo de establecimientos, número de estudiantes por institución educativa, entre otros, útiles para la investigación.

El universo de estudio estuvo constituido por el total de la población del sector urbano de Riobamba que es de 146.324 habitantes, tomando como fuente las estadísticas del censo de población del 2010 del INEC.

En base a estos datos se procedió a determinar el tamaño de la muestra a través de un muestreo aleatorio simple para población conocida con un nivel de confianza del 95%, y un error muestral del 5%. La muestra estuvo conformada por 384 padres de familia, quienes se constituirían en potenciales consumidores del servicio educativo en el sector urbano de Riobamba, todas ellas por abordaje aleatorio en la calle o locales. Cabe señalar que hubo una primera pregunta de control que no se respondía en el cuestionario, pero que en caso de ser negativa descartaba al entrevistado para responderla: ¿Tiene usted hijos?

### 3. Resultados

El servicio a ofrecer es un centro educativo de nivel básico de tipo ecológico. Se ha decidido llamarlo Escuela Ecológica "MUNDO VERDE" (figura 1). Se denomina así básicamente por dos características: 1) estará construida por medio de materiales ecológicos y utilizará tecnologías eficientes de ahorro energético y de agua, y 2) el segundo elemento tiene que ver con la enseñanza de hábitos ecológicos a través de la práctica y experiencia propia. La escuela ecológica se constituirá desde su base en una construcción sostenible para la sociedad y el medio ambiente.

**Figura 1**  
Imagen corporativa  
Escuela Ecológica



#### 3.1. Estudio de Mercado

##### *Análisis de la oferta*

El estudio de la oferta tiene por objeto identificar la forma como se han atendido y se atenderán en un futuro, las demandas o necesidades de la comunidad (Miranda, 2005). Para determinar la oferta se obtuvo información sobre el número y tipo de instituciones educativas que se ofrecen en Riobamba, las cuales intervienen directamente, aunque de manera diferente sobre el proyecto.

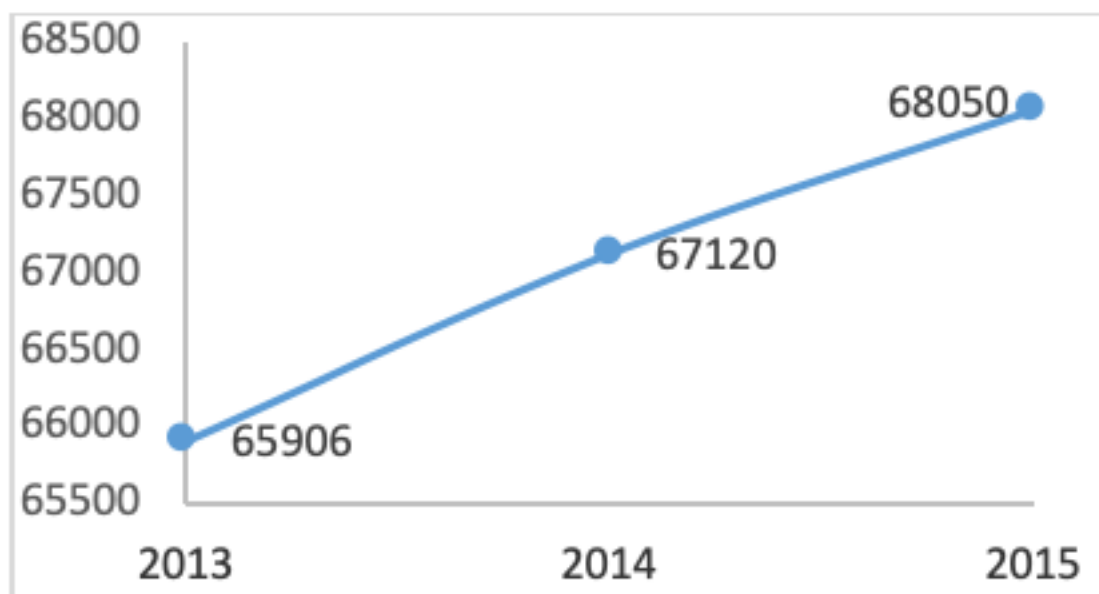
**Tabla 1**  
Tipo de instituciones  
educativas en Riobamba

TIPO DE INSTITUCIÓN				
EDUCACIÓN INICIAL	EDUCACIÓN BÁSICA	BACHILLERATO	UNIDAD EDUCATIVA	TOTAL
21	26	11	47	<b>105</b>

Fuente: Dirección Distrital 3 Riobamba

Como se puede observar en la tabla 1, la competencia para el centro educativo que se pretende crear serían las 26 instituciones de educación general básica y 47 unidades educativas, las cuales disponen de este nivel de educación en sus instituciones. La oferta de cupos para las instituciones educativas en Riobamba ha crecido durante los tres últimos años, tal como se puede ver en la figura 2, que muestra el total de estudiantes matriculados, en los años 2013, 2014 y 2015.

**Figura 2**  
Crecimiento del número de alumnos matriculados del 2013 al 2015



Fuente: AMIE, Dirección Distrital 3. Riobamba

La tabla 2 muestra datos de estudiantes por parroquias y por tipo de sostenimiento: fiscal, fiscomisional y particular. Como se puede apreciar el mayor número de estudiantes se encuentran matriculados en instituciones de tipo fiscal, seguido por las instituciones particulares, tanto laicas como religiosas.

**Tabla 2**  
Número de estudiantes matriculados en instituciones educativas por tipo de sostenimiento

2013			2014			2015		
Fiscal	Particular	Fisco misional	Fiscal	Particular	Fisco misional	Fiscal	Particular	Fisco misional
43.099	13.548	9.259	43.478	13.808	9.834	45.501	13.031	9.518
<b>65.906</b>			<b>67.120</b>			<b>68.050</b>		

Fuente: AMIE, Dirección Distrital 3. Riobamba

En la tabla 3 se puede apreciar que existe un mayor número de estudiantes matriculados en las unidades educativas, otro número importante lo constituyen los estudiantes de las instituciones que cuentan sólo con el nivel de educación básica general. Es importante considerar a los 1.867 niños que estudian en el nivel de educación inicial, ya que podrían constituirse en un grupo especial como mercado potencial para el proyecto, como se verá posteriormente en el análisis de la demanda.

**Tabla 3**  
Número de estudiantes matriculados por nivel de educación.

NIVEL DE INSTITUCIÓN

Ed. Inicial	Ed. Básica	Bachillerato	Unidad Educativa	TOTAL
1867	10491	1095	54597	<b>68050</b>

Fuente: AMIE, Dirección Distrital 3. Riobamba

**Análisis de la demanda.-** Para el análisis de la demanda del proyecto, se tomó en cuenta a la población en edad escolar (PEE) de Riobamba. De acuerdo con datos del INEC de su último censo de población y vivienda realizado en 2010 la PEE es de 41.929. Se ha recopilado información, básicamente, de la población que se encuentra en los rangos de edad de 5 a 9 años de edad y de 10 a 14 años, que generalmente estudia el nivel de educación básica, quienes se constituirían en el mercado potencial del proyecto. Además como referencia se presentan cifras de niños menores de 5 años, que constituye un grupo de población que estaría próximo a empezar este grado de educación (tabla 4).

**Tabla 4**  
Población en edad escolar (PEE), con proyección al 2015

GRUPOS DE EDADES	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>De 1 a 4 años</b>	10.259	10260	10225	10151	10053	9942
<b>De 5 a 9 años</b>	13.460	13.528	13.592	13.651	13.693	13.706
<b>De 10 a 14 años</b>	13.228	13556	13645	13729	13807	13880
<b>De 15 a 19 años</b>	15.241	15465	15660	15829	15972	16094
<b>Total población 5 - 14 años</b>	26.688	27.084	27.237	27.380	27.500	27.585
<b>Porcentaje en relación al total de PEE</b>	<b>51,1%</b>	<b>48,0%</b>	<b>48,0%</b>	<b>48,1%</b>	<b>48,2%</b>	<b>48,3%</b>

Fuente: INEC (2010)

Se puede observar que existen 26.688 personas en el rango de edad de 5 a 14 años en el 2010, representando el 51% en relación al total de la población en edad escolar. De acuerdo con proyecciones realizadas por esta misma institución existirían 24.326 personas en este grupo de edad en 2015 (Tabla 4).

Para la proyección de la demanda se consideró para el año base 26.688 personas en edad escolar, básicamente en edades de 5 a 14 años que pertenecerían al nivel de educación general básica. Se proyecta hasta el año 2020, ya que el último censo de población del INEC fue en 2010 (Tabla 5). Existen algunos métodos de proyección de la demanda, uno de los más utilizados es el de las tasas de crecimiento, calculado de acuerdo con la tasa de crecimiento anual de la población. En este caso, el INEC dispone de proyecciones referenciales en grupos de edades y por cantones, para su cálculo toma en cuenta varios indicadores como tasa de nacimiento, de mortalidad y de migración.

**Tabla 5**  
Proyección de la demanda

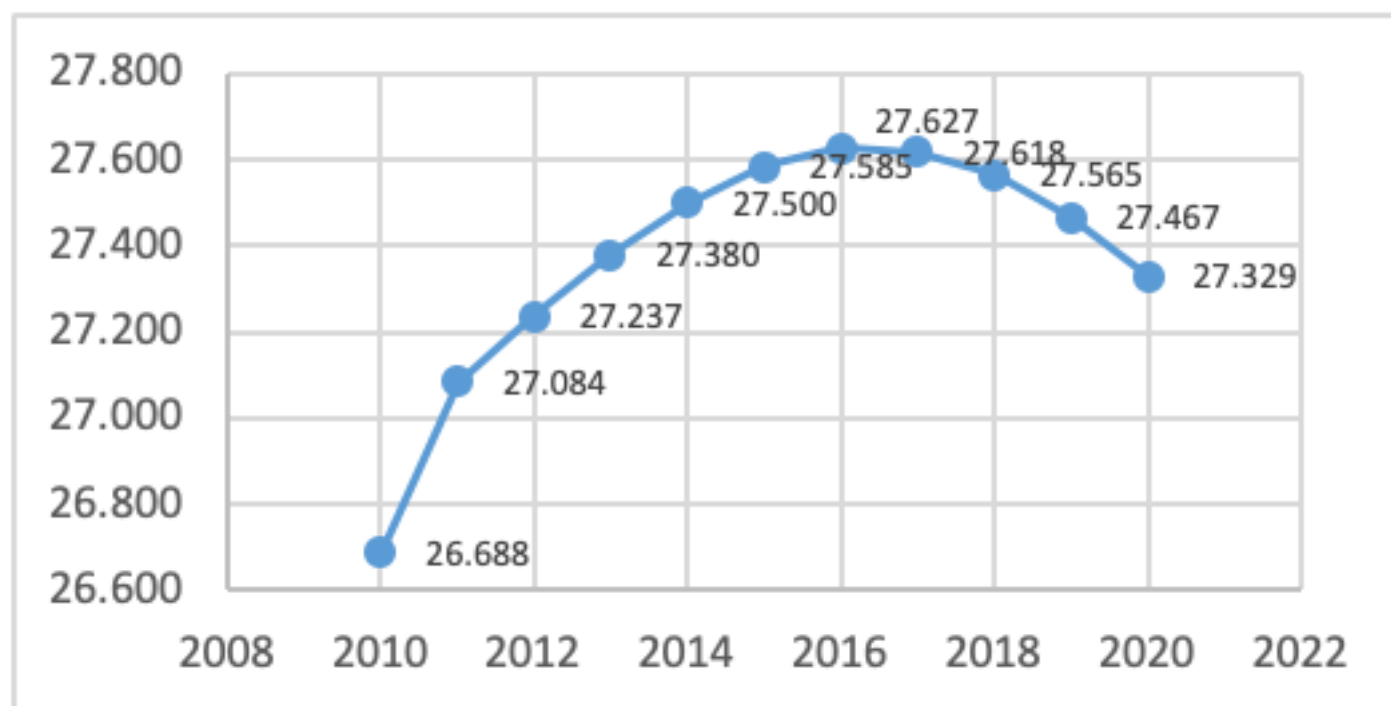
<i>I</i>	Año	Cn (Niños 5-14 años)
<b>0</b>	2010	26.688

<b>1</b>	2011	27.084
<b>2</b>	2012	27.237
<b>3</b>	2013	27.380
<b>4</b>	2014	27.500
<b>5</b>	2015	27.585
<b>6</b>	2016	27.627
<b>7</b>	2017	27.618
<b>8</b>	2018	27.565
<b>9</b>	2019	27.467
<b>10</b>	2020	27.329

Fuente: INEC (2010)

Gráficamente se observa una tendencia ascendente hasta el año 2016, mientras que a partir del año 2017 empieza ligeramente a descender, y desde el año 2018 su proceso descendente es más pronunciado (figura 3).

**Figura 3**  
Proyección de la demanda



Fuente: (INEC, 2010)

Hay que tomar en cuenta que de acuerdo con la investigación efectuada a los padres de familia, el 86% de ellos menciona estar dispuesto a inscribir o cambiar de centro educativo a su hijo hacia la escuela ecológica. La tabla 6 muestra la demanda efectiva, tomando en consideración lo anterior:

**Tabla 6**  
Proyección de la demanda efectiva

<i>i</i>	Año	Cn (Niños 5-14 años)	86%
----------	-----	----------------------	-----

<b>0</b>	2010	26.688	22.952
<b>1</b>	2011	27.084	23.292
<b>2</b>	2012	27.237	23.424
<b>3</b>	2013	27.380	23.547
<b>4</b>	2014	27.500	23.650
<b>5</b>	2015	27.585	23.724
<b>6</b>	2016	27.627	23.759
<b>7</b>	2017	27.618	23.751
<b>8</b>	2018	27.565	23.706
<b>9</b>	2019	27.467	23.622
<b>10</b>	2020	27.329	23.503

Si la población en edad escolar que se encuentra dentro del mercado objetivo es de 26.688 y en promedio consideramos que un 10% de padres de familia estaría dispuesto a matricular a sus hijos en la escuela ecológica, esto supone una demanda inicial de 2.668 estudiantes, cifra muy superior a la capacidad instalada que se puede ofrecer, tal como se verá en el estudio técnico, donde se ofrecerán 250 cupos en los diez niveles de la educación general básica.

### 3.2. Estudio Técnico

Este estudio busca determinar las características de la composición óptima de los recursos que harán que la producción del servicio se logre eficaz y eficientemente (Sapag Chain, 2007). Los objetivos del estudio técnico fueron los siguientes:

Identificar la localización más óptima para la ubicación de la escuela ecológica

Determinar el tamaño del proyecto

Establecer la viabilidad técnica para la creación de la escuela ecológica

Analizar el talento humano necesario para el funcionamiento normal de la escuela ecológica

Determinar los insumos, materiales y equipos necesarios para el establecimiento del proyecto.

Para el análisis de la mejor localización de la escuela ecológica se utilizó el método cualitativo por puntos, que consiste en determinar ciertos factores determinantes o relevantes para su ubicación, posteriormente se les asigna un peso específico de acuerdo con la importancia que se les atribuya sobre la base de una suma igual a uno, según el criterio del investigador (Corrillo Machicado & Gutiérrez Quiroga, 2016). Finalmente se califica cada criterio utilizando una escala de 0 a 10. La calificación más alta será la más apta para la localización del proyecto.

**Tabla 7**  
Calificación de alternativas de ubicación

--	--	--	--



Factores de localización	Peso	<i>Yaruquíes</i>	<i>Salida a San Luis</i>	<i>Salida a Guano</i>
		<b>Pond.</b>	<b>Pond.</b>	<b>Pond.</b>
<b>Disponibilidad de vías de acceso</b>	0,14	1,4	1,4	1,4
<b>Servicios públicos disponibles</b>	0,20	2	1,8	1,8
<b>Disponibilidad de transporte</b>	0,18	1,8	1,8	1,8
<b>Entorno con baja contaminación</b>	0,25	2	1,5	1,75
<b>Baja congestión vehicular</b>	0,23	1,84	1,38	1,38
<b>SUMA</b>	<b>1</b>	<b>9,04</b>	<b>7,88</b>	<b>8,13</b>

El tamaño adecuado del terreno necesario para la construcción del edificio de la escuela ecológica permitirá desarrollar la totalidad del programa de necesidades del edificio. También dependerá del número de alumnos que asistan al establecimiento. El área del terreno se ajustará a los estándares y normas técnicas nacionales e internacionales para la infraestructura educativa, según la tabla que se muestra a continuación:

**Tabla 8**  
Área de terreno según número de estudiantes

<b>BLOQUE</b>	<b>CAPACIDAD (estudiantes)</b>	<b>ÁREA BRUTA (m2)</b>	<b>ÁREA ÚTIL (m2)</b>	<b>NORMATIVA</b>
<b>Aulas</b>	35	72	64	Mín. 1,20 m2 Máx. 1,80 m2
<b>Biblioteca</b>	64	231	220	Óptimo 4 m2/estudiantes
<b>Comedor</b>	100	204	195	2 m2/estudiantes
<b>Áreas exteriores EGB</b>				5 m2/estudiante
<b>Laboratorios de Tecnologías e idiomas</b>	35	72	64	2 m2/estudiante
<b>Laboratorios de química, física, ciencias</b>	35	72	64	2 m2/estudiante
<b>Baterías sanitarias hombres</b>		25	21	1 inodoro/10 estudiantes 1 urinario/10 estudiantes 1 lavabo/1 inodoro 1 ducha/10 estudiantes
<b>Baterías sanitarias mujeres</b>		25	21	1 inodoro/10 estudiantes 1 lavabo/1 inodoro 1 ducha/10 estudiantes

El centro educativo se constituirá desde su base en una construcción sostenible o ecológica, que tendrá las siguientes características:

- Una construcción adaptada y respetuosa con el medio ambiente, es decir, respeto por el agua, la tierra, la flora, la fauna, el paisaje; tomando en cuenta el clima, temperatura, la trayectoria del sol y su intensidad.
- Empleo de materiales de bajo impacto ambiental y social a lo largo de todo su ciclo de vida, considerando siempre criterios de ahorro, se utilizarán materiales de bajo costo y propios de la zona.
- Una construcción con ahorro de energía (arquitectura bioclimática), con materiales que consiguen un ahorro sustancial en el consumo energético de la escuela. Se utilizarán equipos y tecnología que consuman menor cantidad de energía, ofreciendo el mismo servicio, se logrará la eficiencia energética a través del uso de energías renovables.

En relación a su vida útil está proyectado inicialmente para 10 años con tendencia a tener una vida útil de 20 años.

Los materiales que se utilizarán para la construcción de la escuela ecológica serán sostenibles y tendrán las siguientes características:

- Procedan de fuentes renovables y abundantes
- No contaminen
- Consumen poca energía en su ciclo de vida
- Sean duraderos
- Procedan de producción justa
- Tengan valor cultural en su entorno
- Tengan bajo coste económico

A continuación se presentan algunos indicadores que pueden ser utilizados para determinar la sostenibilidad de la escuela ecológica (Aznar y Ull, 2013):

**Tabla 9**  
Tipo de indicadores de sostenibilidad

Ambientales	Sociales	Económicos
Separación selectiva de residuos: tipos de residuos separados y cantidades.	Relacionados con la convivencia y las relaciones (amonestado por mal uso de instalaciones)	Seguimiento de los consumos de agua, electricidad, gas, papel y otro material escolar (facturas, costos y cantidades)
Consumo de agua y medidas de ahorro aplicadas	Participación en actividades de reciclaje (% de participantes en cada tipo de reciclaje)	Existencia de comedor escolar
Fuentes de energía utilizadas (no contaminante): solar, eólica...	Participación en actividades de concientización (% de participantes...)	Seguimiento de consumos específicos del comedor
Evolución del consumo de energía	Participación en plantaciones de árboles y vegetación en general	Consumo de productos de la agricultura ecológica
Medios de transporte utilizados (relevante por el consumo energético)	Participación en el huerto escolar	
Estimulación de recorridos cortos a pie, utilizando bicicleta...	Participación de padres y madres (% asociados)	
Material escolar utilizado, tipo de material según fuentes utilizadas en su fabricación, renovables o no renovables.	Integración socio-cultural (% de matrículas de personas extranjeras)	
Evolución de cantidades consumidas	Alumnos con problemas de discapacidad...	
Infraestructura e instalaciones del		

centro	Fomento de igualdad de género
Cuidado del centro (plantación de árboles autóctonos o no y otra vegetación)	Formación de docentes (cursos de reciclaje en temas de desarrollo sostenible)
Realización de un jardín escolar o de un huerto escolar	

Fuente: Aznar y Ull (2013)

### 3.3. Evaluación financiera

El proceso de evaluación del proyecto consiste en determinar hasta qué punto se justifica el sacrificio de inversión por efecto de los resultados que se esperan obtener al confrontar las erogaciones con los ingresos, esto significa finalmente que la evaluación se orienta a determinar la rentabilidad de la inversión (Miranda, 2005). Dentro de la evaluación financiera se calcularon los siguientes indicadores de rentabilidad:

- Valor Presente Neto (VPN)
- Tasa Interna de Retorno (TIR)
- Relación Beneficio/Costo (B/C).

El Valor Presente Neto conocido también como Valor Actual Neto consiste en actualizar el flujo de fondos del proyecto a un valor de hoy, utilizando una tasa de oportunidad o descuento adecuado (Fernández, 2007). El cálculo del VAN puede dar un resultado positivo mayor que cero, lo que indica que se obtiene un rentabilidad deseada, se recuperará la inversión y se obtendrán ganancias. Para el cálculo del VPN del proyecto se utilizó una tasa de descuento (TD) del 15%. El presente proyecto obtendrá un beneficio de US\$18.101.26 luego de recuperar la inversión inicial, su VAN es positivo, por lo tanto el proyecto resulta rentable (Tabla 10).

**Tabla 10**  
Valor Actual Neto

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<b>Flujo de caja</b>	-473.577,62	43.670,79	49.100,13	59.794,62	72.364,07	91.597,99
	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>	
	112.608,89	151.649,91	176.874,62	162.177,56	337.584,16	
<b>TD</b>	<b>15%</b>	<b>VAN = 18.101,26</b>				

La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de oportunidad para la cual el proyecto será apenas aceptable (Miranda, 2005). Evaluar un proyecto por TIR consiste en encontrar la tasa de interés en la que se cumplan las condiciones básicas para iniciar o aceptar un proyecto de inversión: "obtener una rentabilidad positiva" (Chicaiza, 2013). La tasa interna de retorno para el presente proyecto es del 16%, este porcentaje es mayor que la tasa de descuento, por tanto se considera viable.

**Tabla 11**  
Tasa Interna de Retorno (TIR)

<b>Flujo de efectivo</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
	-473.577,62	43.670,79	49.100,13	59.794,62	72.364,07	91.597,99

	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>	
	112.608,89	151.649,91	176.874,62	162.177,56	337.584,16	
<b>TIR =</b>	<b>16%</b>					

La relación beneficio/costo es un índice de rendimiento que estima la cantidad de dinero que se va a obtener por cada unidad monetaria (dólar) que invierta el proyecto. Para su cálculo se toma el cociente entre el VPN de los ingresos y el VPN de los egresos, así como la tasa de descuento. Cuando la relación beneficio/costo es mayor que 1 (valor presente de los ingresos supera el valor presente de los egresos), se justifica el proyecto desde el punto de vista económico (Ortega Aguaza, 2012). Para determinar la relación beneficio/costo del proyecto es necesario calcular primero el VAN de los ingresos y los egresos, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 12**  
Valor Actual Neto de ingresos y egresos

<b>Año</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Egresos</b>
Año 0		473.577,62
Año 1	191.625,00	154.489,27
Año 2	227.800,00	179.812,60
Año 3	266.431,50	199.333,35
Año 4	307.769,30	215.965,95
Año 5	351.967,91	227.658,65
Año 6	399.189,88	239.587,27
Año 7	449.606,18	226.427,68
Año 8	503.396,63	238.314,87
Año 9	523.366,94	279.588,10
Año 10	544.132,77	294.397,12
<b>VAN</b>	<b>1.654.461,87</b>	<b>1.330.840,13</b>

**B/C = 1,24**

Este resultado indica que por cada dólar invertido en el proyecto se recuperará el mismo y además se conseguirá un beneficio aproximado de 24 centavos de dólar.

### **3.3. Evaluación ambiental**

Para la evaluación ambiental del proyecto se utilizó el método cualitativo de Matriz de causa – efecto de Leopold y la valoración de impactos. El *Método de Leopold* se basa en el desarrollo de una matriz con el objeto de establecer relaciones de causa – efecto de acuerdo

a particularidades de cada proyecto. Consiste en un cuadro de doble entrada en el que se dispone como filas los factores ambientales que pueden verse afectados, y como columnas las actividades a realizar y que pueden causar posibles impactos (Dellavedova, 2011).

**Figura 4**  
Matriz de Leopold

ACCIONES		PROCESO DE CONSTRUCCION						OPERACION					EVALUACION	
		Movimiento de suelos	Movimiento vehicular	Uso de agua	Exceso de ruido	Construcción accesos y zonas exteriores	Polvo excesivo por construcción	Generación de residuos construcción	Ahorro consumo de agua	Uso de energía renovable	Reciclaje de basura	Desagües y drenajes	Operación escuela	IMPACTO
Medio natural	Calidad del aire		-5 / 5				-5 / 5		9 / 10	7 / 8			6	28
	Gases		-7 / 9						10 / 10	9 / 9			12	28
	Recursos minerales	-3 / 3				-3 / 5							-6	11
	Calidad suelo	-4 / 2					-5 / 5			6 / 8			-3	15
	Calidad agua										-5 / 8		-5	8
	Cantidad agua			-4 / 8				10 / 10					6	18
	Vegetación	-2 / 2											-2	2
Medio socioeconómico	Población		2 / 2		-5 / 6		-3 / 7	9 / 9		8 / 6		10 / 8	21	38
	Empleo		3 / 2									6 / 7	9	9
	Economía		2 / 1					9 / 9	9 / 9				20	19
	Salud y seguridad				-2 / 2		9 / 9	9 / 9	9 / 10	9 / 9	-4 / 5		30	44
	Infraestructura					2 / 2						9 / 5	11	7
	Tránsito y transporte		2 / 2										2	2
<b>IMPACTO</b>		-9	-2	-4	-9	-1	1	-11	37	38	39	-9	25	94
<b>IMPORTANCIA</b>		12	21	8	10	7	21	11	37	39	40	13	20	239

Para realizar el análisis del impacto ambiental se determinaron las acciones del proyecto que podrían tener efectos tanto positivos como negativos sobre el ambiente. A continuación se presentan las principales acciones agrupadas principalmente en dos fases: aquellas necesarias durante la construcción y las que se producen en la fase de operación o funcionamiento de la escuela ecológica.

### Fase de construcción

- Movimiento de suelos por acciones de replanteo y nivelación
- Movimiento vehicular, por el transporte de materiales
- Uso de agua
- Exceso de ruido
- Construcción acceso y zonas exteriores
- Polvo excesivo por la construcción
- Generación de residuos de la construcción

### Fase de operación

- Ahorro consumo de agua
- Uso de energía renovable
- Reciclaje de basura
- Desagües y drenajes

De acuerdo con el análisis del impacto ambiental realizado utilizando la matriz de Leopold, se concluye lo siguiente:

- Para establecer las acciones o posibles impactos tanto positivos como negativos que pudiera generar la escuela ecológica, se tomaron en cuenta básicamente dos acciones importantes, como son: el proceso de construcción y la fase de operación de la escuela.
- Las acciones en la fase de construcción que producirían un mayor impacto negativo en el ambiente serían el movimiento de suelos y la generación de residuos propios de la construcción. Mientras que en la fase de operación el mayor impacto negativo lo constituirían los drenajes y desagües.

- Los recursos que sufrirían un mayor impacto serían los recursos minerales, por el proceso de construcción, al utilizar algunos recursos de la naturaleza; y, la calidad de agua, debido a desagües y drenajes.
- En relación a las afectaciones positivas estas se encuentran básicamente en la fase de operación de la escuela, debido a su naturaleza de conservación de los recursos y la búsqueda de sostenibilidad. En este sentido, las mayores ventajas ambientales están relacionadas al uso de energías renovables, a partir de la utilización de los paneles solares fotovoltaicos para generación de electricidad y la utilización de materiales que permiten el ahorro de agua potable, estas acciones se revierten en un mayor cuidado de la naturaleza. Los factores del ambiente que se conservarán son la atmósfera y el agua. Mientras que para el medio socioeconómico, los mayores beneficios obviamente los obtendrá la población, ya que al ahorrar energía y agua se reducen costos y por tanto, su economía se verá beneficiada.

*Mientras que el Método de valoración de impactos* permitió identificar y ponderar o evaluar los impactos a partir de valores otorgados individualmente a un conjunto de criterios utilizados de manera combinada y que en conjunto dan cuenta de la importancia del impacto que una acción determinada generaría sobre el ambiente (Reinoso, 2013).

A continuación se presentan las valoraciones para los diferentes aspectos que cuantifican los impactos que se detectan como consecuencia de las dos fases para la instalación de la escuela ecológica:

**Tabla 13**  
Criterios de valoración para impactos

INTENSIDAD (I)		EXTENSIÓN (E)		MOMENTO (M)	
<b>Muy bajo</b>	1	Puntual	1	Largo plazo	1
<b>Bajo</b>	2	Parcial	2	Mediano plazo	2
<b>Medio</b>	4	Extenso	4	Corto plazo	4
<b>Alto</b>	6	Total	8	Inmediato	6
<b>Muy alto</b>	8	(Crítica)	≤ 8	(crítica)	8
<b>Total o extrema</b>	12				
PERSISTENCIA (P)		CERTIDUMBRE (C)		REVERSIBILIDAD (R)	
<b>Fugaz</b>	1	Improbable	-1	Corto plazo	1
<b>Temporal</b>	2	Probable	1	Mediano plazo	2
<b>Intermitente</b>	4	Cierto	2	Largo plazo	4
<b>Persistente</b>	8			Irreversible	8
				Irrecuperable	40

**Fuente:** Conesa Fernández (2003)

Para valorar los impactos ambientales se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Significatividad (S)} = (+/-) (I + E + M + P + R + C)$$

Con la aplicación de la fórmula los resultados podrán clasificarse según la siguiente valoración:

**Figura 5**  
Valoración de impactos

<b>Negativos</b>	
<b>≤ 8</b>	<b>Impacto no significativo</b>
<b>9 hasta ≤ 13</b>	<b>Impacto bajo</b>
<b>14 hasta ≤ 29</b>	<b>Impacto moderado</b>
<b>30 hasta ≤ 45</b>	<b>Impacto relevante</b>
<b>&gt; 45</b>	<b>Muy severo</b>

<b>CRITERIOS</b>	<b>IMPACTOS</b>												
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>							<b>OPERACIÓN O FUNCIONAMIENTO ESCUELA ECOLÓGICA</b>					
	<b>Movimiento de suelos</b>	<b>Movimiento vehicular</b>	<b>Uso de agua</b>	<b>Exceso de ruido</b>	<b>Construcción accesos y zonas exteriores</b>	<b>Polvo excesivo por construcción</b>	<b>Generación de residuos construcción</b>	<b>Ahorro consumo de</b>	<b>Uso de energía renovable</b>	<b>Reciclaje de basura</b>	<b>Desagües y drenajes</b>	<b>Operación escuela</b>	<b>TOTAL</b>
Intensidad	-1	-2	-4	-2	-2	-2	-2	6	6	6	4	8	15
Extensión	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1	4	4	4	4	4	12
Momento	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	4	4	4	-1	2	6
Persistencia	2	1	1	1	1	1	1	8	8	8	4	8	44
Certidumbre	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	2	16
Reversibilidad	2	1	1	1	1	1	1						8
Total	2	-1	-3	-1	-1	-2	-1	24	24	2 4	1 2	24	101
<b>Negativos</b>													<b>-7</b>

De acuerdo con el análisis realizado con el método de valoración de impactos se pudo determinar que el proyecto tendrá un impacto no significativo, los impactos negativos básicamente se encuentran en la etapa de construcción de la escuela ecológica, mientras que en la etapa de operación se esperan obtener efectos positivos, ya que se busca que sea sostenible desde el punto de vista de ahorro energético, ahorro en el consumo de agua y por tanto lograr una reducción en la emisión de gases de efecto invernadero como el CO<sub>2</sub>.

## 4. Conclusiones

El estudio de mercado determinó que existe una demanda considerable del servicio educativo a crear, ya que el 86% de padres de familia investigados mencionó que estaría dispuesto a matricular a sus hijos en una escuela ecológica. A pesar de que existe una competencia indirecta por la presencia en el mercado de establecimientos educativos de tipo ecológico, estos no ofrecen los valores agregados que el proyecto pretende brindar, lo cual convierte a este centro educativo en un servicio nuevo e innovador.

La viabilidad técnica del proyecto de escuela ecológica demostró claramente la importancia de crear un establecimiento educativo con características diferenciales, expresadas

básicamente en un tipo de construcción sostenible, es decir, con la utilización de materiales y tecnologías amigables con el ambiente; además, que incorpora la educación ambiental como un eje transversal en el currículo que establece el Ministerio de Educación de Ecuador.

La evaluación financiera determinó que el proyecto es viable, puesto que con el flujo de fondos neto planteado para una vida útil de 10 años y con una tasa de descuento del 15%, se obtuvo un VPN positivo de US\$ 18.101, a pesar de no ser una cifra tan aceptable, el proyecto no dará pérdidas durante los años señalados. Se debe tener en cuenta que es un proyecto a largo plazo y que las retribuciones importantes se podrán obtener a partir del cuarto y quinto año de ejecución.

La evaluación del impacto ambiental, utilizando las metodologías de Leopold y valoración de impactos, determinó que el proyecto no generará impactos negativos significativos hacia el medio ambiente. No obstante, para ciertas acciones ejecutadas fundamentalmente en la fase de construcción de la escuela ecológica, que podrían causar una afectación sobre algunos componentes o condiciones ambientales, se establecen medidas de mitigación para reducir dichas afectaciones.

Los beneficios ambientales que se esperan lograr con la creación de la escuela ecológica se expresan en un ahorro aproximado de un 33% de energía eléctrica con la instalación de paneles solares fotovoltaicos. Un 32% menos de consumo de agua y reducciones estimadas de emisiones de CO<sub>2</sub> entre 13.000 y 20.000 kg al año.

---

## Referencias bibliográficas

- Aznar, P. & Ull, M. Á. (2013). *La responsabilidad por un mundo sostenible: propuestas educativas a padres y profesores*. Madrid: Desclée de Brouwer.
- Baño Nieva, A., & Vigil-Escalera, A. (2005). *Guía de construcción sostenible*. Madrid: Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS).
- Cantera, Á., Echeverría, J., Fernández, A., Galarza, A., Hornilla, T., & Huesa, E. (2006). *Proyecto para una escuela de calidad ambiental*. España: Vitoria-Gasteiz : Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia = Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.
- Conesa Fernández, V. (2003). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid: 3º ed. España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Corrillo Machicado, F., & Gutiérrez Quiroga, M. (2016). Estudio de localización de un proyecto. *Ventana Científica*, 29 – 33.
- Cuello, A. (2003). Problemas ambientales y educación ambiental en la escuela. *Centro Nacional de Educación Ambiental. Andalucía – España*.
- Chicaiza Cosme, D. (2013). *Finanzas para no financieros: el caso colombiano*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com>
- Dellavedova, M. (2011). *Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental*. Argentina: Dellavedova, MG. (2011). Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental. 1º ed. Universidad Nacional de la Plata. Argentina.
- Ecociencia (2009). *Órgano de difusión del Foro de los Recursos Hídricos (Chimborazo) y la Mesa Provincial de Ambiente de Chimborazo. Páramos, educación y ambiente*. Quito.
- Fernández, S. (2007). *Los proyectos de inversión: evaluación financiera*. Costa Rica: 1º ed. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica..
- Fundación Natura, Municipio Metropolitano de Quito (2000). *Proyecto calidad del aire en Quito*. Quito.
- INEC (2010). *Ecuador en cifras*. Quito.
- Kats, G. (2006). Greening America's Schools costs and benefits. *A Capital E Report*.
- Ministerio de Educación (2009). *Estándares de calidad educativa: Aprendizaje, Gestión Escolar, Desempeño Profesional e Infraestructura*. Ecuador. Quito.



Miranda, J. (2005). *Gestión de proyectos: identificación – formulación – evaluación financiera, económica, social, ambiental*. Bogotá: MM editores.

Ortega Aguaza, B. (2012). Análisis Coste-Beneficio. *eXtoikos*, 147-149.

Reinoso, L. (2013). *Criterios para la elaboración de estudios de impacto ambiental*. Buenos Aires - Argentina: SAyDS - DIAyS.

Sapag Chain, N. (2007). *Proyectos de inversión: formulación y evaluación*. México: Pearson Educación.

UNESCO (2012). *Forjar la educación del mañana: Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el desarrollo sostenible*.

Van Hoff, B., Monroy, N., & Saer, A. (2008). *Producción más limpia: paradigma de gestión ambiental*. México: Alfa omega Grupo Editor.

---

1. Docente Facultad de Salud Pública de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. Doctora en Promoción y Educación para la Salud. Magíster en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo. [martha.mejia@esPOCH.edu.ec](mailto:martha.mejia@esPOCH.edu.ec)

2. Docente Facultad de Salud Pública de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. Doctora en Promoción de la Salud. Maestría en Salud Pública. [sveloz@esPOCH.edu.ec](mailto:sveloz@esPOCH.edu.ec)

3. Docente Facultad de Salud Pública de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. Licenciada en Educación para la Salud. Magíster en Educación y Desarrollo Social.

4. Docente Facultad de Salud Pública de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. Doctora en Promoción y Educación para la Salud. Magíster en Gerencia de Salud para el Desarrollo Local.

---

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 40 (Nº 21) Año 2019

[\[Índice\]](#)

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](#)]