

# FACULTAD DE INGENIERIA

Carrera de Ingeniería Industrial

“MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA  
OPTIMIZAR LA ASIGNACIÓN DE PLAZAS  
DOCENTES EN EL CONSORCIO EDUCATIVO  
PARTICULAR SAN ANTONIO DE PADUA -2019”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**



**Autor:**

Richard Fredy Luque Carcasi

**Asesor:**

MBA Ing. Ricardo Villena Presentación

Lima – Perú

2021

## DEDICATORIA

A mis queridos Padres, por su inmenso amor, sacrificio y su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida. A todas las personas que de alguna manera confiaron en mí e hicieron posible el desarrollo del presente trabajo

## AGRADECIMIENTO

Dedico el presente Proyecto, a toda mi familia. Siempre los tuve presente mientras la desarrollaba.

En especial a Elena, mi novia. Gracias por tu gran apoyo y sacrificio, por ser una madre ejemplar para nuestros hijos.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
1.1. Realidad problemática.....	9
1.2. Antecedentes:.....	10
1.3. Formulación del problema.....	15
1.4. Objetivos.....	16
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>17</b>
2.1. Tipo de investigación.....	17
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	17
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	18
2.4. Procedimiento y análisis de datos.....	19
2.5. Aspectos éticos.....	19
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</b>	<b>21</b>
3.1. Situación actual de la selección de docentes en el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua.....	21
3.2. Modelo matemático para optimizar la asignación de plazas docentes en el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua.....	29
3.3. Identificar la asignación adecuada de plazas docentes mediante la solución lograda por el modelo de programación lineal.....	42
3.4. Evaluación económica financiera.....	48
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>51</b>
4.1. Discusión.....	51
4.2. Conclusiones.....	54
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>56</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	19
<b>Tabla 2</b> Reporte de postulantes inscritos con puntaje .....	25
<b>Tabla 3</b> Reporte de docentes máximo a contratar.....	26
<b>Tabla 4</b> Formación profesional de postulantes.....	27
<b>Tabla 5</b> Contrato mínimo de docentes .....	28
<b>Tabla 6</b> Informe de repuestas de solver.....	38
<b>Tabla 7</b> Identificación de la asignación adecuada de plazas docentes .....	42
<b>Tabla 8</b> Docentes de pedagógico Nacional.....	43
<b>Tabla 9</b> Docentes de pedagógico Particular.....	44
<b>Tabla 10</b> Docentes egresados de una universidad Nacional .....	45
<b>Tabla 11</b> Docentes egresados de una universidad Particular .....	46
<b>Tabla 12</b> Docentes egresados de Segunda profesionalización .....	47
<b>Tabla13</b> Resumen de la inversión total .....	48
<b>Tabla 14</b> Tiempo de atención y evaluación de un postulante .....	49
<b>Tabla 15</b> Ahorro monetario mensual .....	49
<b>Tabla 16</b> Flujo de caja .....	49
<b>Tabla 17</b> Indicadores económicos .....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1: Organigrama Estructural de la I.E. “SAP” 2019 .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 2: Resultados de solver .....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 3: Valores porcentuales de origen de Docente.....</b>	<b>48</b>

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1: Puntaje acumulado mínimo.....</b>	<b>34</b>
<b>Ecuación 2: Plazas Disponibles .....</b>	<b>35</b>
<b>Ecuación 3: Pedagógico Nacional y Pedagógico Particular no debe superar la cantidad de docentes de Universidad nacional y Universidad particular.....</b>	<b>36</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1: Instrumento de recolección de datos: .....</b>	<b>56</b>
<b>Anexo 2: Juicio de Expertos .....</b>	<b>59</b>
<b>Anexo 3: Informe de opinión de expertos del instrumento de investigación .....</b>	<b>61</b>
<b>Anexo 4: Matriz de Operacionalización de Variables.....</b>	<b>64</b>

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar un modelo de programación lineal para optimizar la asignación de plazas docentes en el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua. La metodología que se utilizó fue una investigación aplicada, por su nivel de profundidad del conocimiento. Se aplicaron los reportes de postulantes inscritos con puntaje y reportes de cantidad de docentes máximo a contratar como fuente primaria para obtener información, luego la observación directa para poder identificar los documentos que participan en el proceso de selección y finalmente se realizó un análisis de datos para poder realizar el modelo matemático de asignación (selección docente).

Tras el estudio realizado se concluyó que esta investigación permite optimizar la asignación de plazas docentes en el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua, la propuesta de solución se basó en un modelo de programación lineal entera binaria que, bajo ciertas restricciones y con base en la evaluación curricular del área de recursos humanos, proporciona una asignación óptima de docentes en base a una selección del(os) docente(s) con mayor puntaje acumulado. Se identificó la asignación adecuada de plazas docentes mediante el modelo de programación lineal, se logró seleccionar los docentes con mayor puntaje, asignando a las plazas vacantes, existieron 136 postulantes para 63 vacantes.

Palabras clave: Programación lineal entera, Asignación de plazas docentes, optimización, solver.

## ABSTRACT

The objective of this study was to determine a linear programming model to optimize the allocation of teaching places in the San Antonio de Padua Private Educational Consortium. The methodology used was an applied research, due to its level of depth of knowledge. The reports of applicants registered with scores and reports of the maximum number of teachers to be hired as a primary source were applied to obtain information, then direct observation to be able to identify the documents that participate in the selection process and finally a data analysis was carried out to be able to carry out the mathematical model of assignment (teacher selection).

After the study carried out, it was concluded that this research allows optimizing the allocation of teaching places in the San Antonio de Padua Private Educational Consortium, the solution proposal was based on a binary integer linear programming model that, under certain restrictions and based on the Curricular evaluation of the human resources area, provides an optimal assignment of teachers based on a selection of the teacher (s) with the highest cumulative score. The adequate allocation of teaching positions was identified through the linear programming model, it was possible to select the teachers with the highest score, assigning the vacant positions, there were 136 applicants for 63 vacancies.

Keywords: Integer linear programming, Allocation of teaching positions, optimization, solver.



## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En la actualidad todas las escuelas enfrentan en cada periodo académico el problema de encontrar las plazas docentes idóneas para cada especialidad o curso. En el Perú de los últimos años, ante la indiscutible importancia de la educación como móvil social, las políticas públicas en un primer momento se enfocaron en el acceso. Luego, se hizo evidente la insuficiencia de esta estrategia, pues si por un lado el acceso a la educación se masificó, por otro los resultados en evaluaciones como la prueba de PISA, evidenciaron la baja calidad en las habilidades de los estudiantes, llamándose a este fenómeno la “trampa educativa” (Beltrán y Seinfeld, 2012). Esta gran brecha en la calidad de la formación de los estudiantes mostro el déficit de la educación y los factores que influyen en el “rendimiento del alumno”. Alvarado y Llampén, 2011 en su investigación relacionada a la educación y enseñanza de los docentes concluye que “el principal impulsor de las variaciones en el aprendizaje escolar es la calidad del docente.

Po lo detallado se han realizado diversos trabajos alrededor del mundo para tratar de resolver el problema de la asignación de plazas docentes de forma empírica, considerando horarios, grado académico del postulante, cantidad de docentes que se presentan, cantidad de plazas disponible, puntajes mínimos a lograr, etc. cada uno de ellos trata un problema particular, y en muchas ocasiones se han obtenido resultados muy buenos cuando son aplicados en una institución educativa específica, con pocos alumnos y de educación elemental, pero conforme se utilizan en otras instituciones o se llevan a cabo en escuelas de educación superior donde es mayor la cantidad de docentes, plazas, cualidades ,etc., el método utilizado empieza a tener fallas de manera directamente proporcional al nivel educativo utilizado o al número de grupos que se tratan de acomodar en el horario. Ninguno de estos métodos ha llegado a tener una solución cien por ciento efectiva y que sirva para todas las escuelas y todos los niveles educativos. (Godino, Botanero, & Font, 2013)

En la institución educativa en estudio, se han presentado diversos problemas, desde la inconformidad de parte de los estudiantes con el docente, hasta tener que rescindir el

contrato de algunos docentes cuyo desempeño no era el adecuado en los cursos asignados.

Ante este escenario, es necesario poder echar mano a una mejor selección y asignación de las plazas docentes, motivo por el cual la institución ha creído conveniente poder dar las facilidades para desarrollar esta investigación, cuyo fin es la de elaborar un modelo de programación entera binaria que optimice la selección de docentes.

Esta investigación va a tener un impacto relevante, dado que se va poder tener una mejor selección de docentes, evaluando las diversas condiciones que deben cumplir, además le va a ahorrar tiempo a la institución dado que al usar el software SOLVER la solución se encuentra en pocos minutos.

Si se considera que el uso del modelo lineal genera resultados positivos, dará una ventaja competitiva con respecto a otras instituciones educativas.

El Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua tiene 27 años de haber sido formado empezó brindando los niveles de inicial y primaria, año a año ha incrementado el alumnado y en la actualidad tiene los tres niveles iniciales, primaria y secundaria contando en la actualidad con una plana docente aproximada de 70 profesores para los tres niveles. El estudio se realizó para la selección docente de nivel secundario.

En nuestro proyecto el problema de asignación a plazas docentes para el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua, considera las características puntuales del desarrollo de actividades académicas de un caso real, las cuales se conocen como restricciones las cuales pretenden alimentar el modelo y que tiene como finalidad optimizar la asignación de plazas de manera eficiente, para esto se necesita el número de postulantes inscritos a quien se aplicara la programación lineal entera como método de solución exacta.

## 1.2. Antecedentes:

Los trabajos previos son de autores que realizaron el estudio que tienen afinidad con el tema de investigación planteada y que sirvieron de guía en esta tesis, las cuales se detallan a continuación: Trabajos previos nacionales: **Cuycaposa (2016)**, titulada “Optimización en la programación de horarios de editores y asignación de islas de edición, para la postproducción de programas de un canal de televisión en Lima, aplicando programación lineal entera”, plantea horarios de trabajo y asignación de

equipos en un período prefijado de tiempo, satisfaciendo un conjunto de restricciones de varios tipos, conocidos como problema de timetabling. Las parejas de editores y los programas que post producen asociadas a los intervalos de tiempo se modelan por los parámetros establecidos, según las preferencias del canal de televisión. En base a las características del proceso de programación de horarios de trabajo se modelan las restricciones. Los resultados sobre este problema se presentan y se comparan con la programación de una semana cualquiera, concluyendo que la nueva programación de horarios y asignación de islas de edición es más eficiente respecto al costo, que la programación actual.

Este modelo de programación Lineal Entera fue trabajada por (**Julca Lafora, 2016**) el cual propone mejorar la productividad del procesamiento y obtención de goma de tara, a través del planteamiento de un modelo de programación lineal entera en el cual se propone dos turnos en la producción de la goma de tara para optimizar la productividad. El cual busca la opción más viable de acuerdo a los recursos actuales de la empresa que optimice la producción de la goma, por medio del planteamiento de variables y restricciones en el modelo de programación lineal, asimismo, analizar la productividad obtenida con el modelo propuesto y detallar los beneficios obtenidos de la resolución del mismo.

Continuando con los antecedentes se muestran los trabajos internacionales:

**Saltos y Benavides (2019)** denominada “Formulación de un modelo de programación lineal entera para la asignación de aulas de clases en una Institución de Educación Superior” el cual considera un conjunto de restricciones que deben ser satisfechas para que la asignación sea factible, que no existan cruces de materias para una misma aula en un bloque horario, no se exceda la capacidad del aula, entre otras. El modelo desarrollado fue implementado en el modelizado AIMMS Developer 4.68 y resuelto usando el solver IBM-CPLEX 12.9. La principal novedad de este modelo con respecto a otros presentados en la literatura radica en la función objetivo de este, en la cual se busca maximizar la afinidad total del emparejamiento aula respetando las restricciones de capacidad y cruce de horas, lo cual produce una asignación de aulas más equitativa y en menor tiempo de procesamiento. Así mismo se logra aumentar el nivel de satisfacción de los docentes y el nivel de utilización de las aulas emblemáticas, cuidando al mismo tiempo que estas no se deterioren por uso excesivo, es decir el

modelo matemático produjo los siguientes indicadores de calidad: (1) el nivel de utilización del aula G-202, la más grande y equipada de la escuela subió del 30% al 75%, de tal manera que la mayoría de las cátedras de ciencias físicas y matemáticas se dictan en dicha aula. Para evitar el desgaste de sus instalaciones, su uso se limitó durante la jornada nocturna. (2) El nivel de utilización del Laboratorio CISCO aumentó un 100% durante la jornada matutina, dada su idoneidad para el dictado de cátedras que requieren el uso constante de computadoras. Anteriormente, este pasaba desocupado en dicha jornada, siendo principalmente utilizado en la jornada nocturna. (3) La satisfacción de los docentes con la asignación de las aulas estuvo en el 90%, la cual es una mejora sustancial con respecto al indicador anterior (20%), debido a que se está asignadas las aulas sin darle preferencia especial a ningún profesor, sino más bien a la naturaleza de la cátedra y la cantidad de estudiantes matriculados y, (4) el tiempo utilizado para la asignación de las aulas fue menor a 2 minutos, comparado con las horas de trabajo manual necesarias para la ejecución de la misma tarea.

En la investigación realizada por **Sarmiento et al. (2012)** denominada “Programación y asignación de horarios de clases universitarias: un enfoque de programación entera”, presentaron un modelo de programación entera para la programación de horarios de clases del programa de pregrado en Administración de Mercadeo y Logística Internacionales de la Universidad de La Sabana, Chía, Colombia. El modelo logró realizar una asignación que cumple con todas las restricciones impuestas por las directivas del programa y tiene en cuenta algunas condiciones deseables tales como las preferencias de los profesores y el impedir cambio de salón en materias que se dictan en bloque. En la evaluación del modelo se hizo necesario el desarrollo en dos fases. La primera fase entrega la asignación de materias a cada una de las franjas horarias, mientras que la segunda fase logra la asignación de salones de tal manera que no haya cambio de salón en las materias que se dictan el mismo día en bloque.

En la investigación realizada por **Gonzales y Suarez (2018)** denominada “Desarrollo de un modelo de asignación de horarios en el entorno educativo mediante la programación lineal”, por medio de un modelo matemático e implementando una herramienta computacional, se logró optimizar la asignación de horarios y la distribución de la carga laboral de los docentes dentro del Colegio Mixto San Vicente.

Utilizando el método manual, el proceso de asignación de horarios se podría tardar entre 40 y 60 días, esto sin garantizar de que la asignación sea correcta y optima, por otro lado, utilizando el método matemático, el proceso de asignación se tarda menos, realizando la validación pertinente, actualizando la información del año escolar que puede tardar alrededor de tres días, la verificación del modelo podría tomar otros dos o tres días, promediando un tiempo de 5 días aproximadamente, obteniendo un aumento eficaz del 91,66%. Durante el desarrollo del proyecto se aplicaron y afianzaron los conocimientos y habilidades adquiridas durante la carrera de Ingeniería Industrial, especialmente de investigación de operaciones, ingeniería de métodos, pensamiento sistémico y seminario de investigación. La investigación realizada y las fuentes de información consultadas que están relacionadas con el tema, permitieron que se abarcara la teoría expuesta en el trabajo para solucionar y sustentar el problema tratado.

### **Marco teórico**

El **Modelo de Programación Lineal**, es una herramienta de investigación operativa que se define como un algoritmo matemático con una función objetivo y restricciones que son formuladas a través de ecuaciones lineales que determina la asignación óptima de recursos escasos. Existe un procedimiento de solución eficiente para resolver problemas de programación lineal, incluso los de gran tamaño, llamado Método Simplex. (Hillier & Lieberman, 2006)

Sin embargo, los resultados obtenidos han mejorado de manera muy efectiva el proceso empleado con anterioridad, que, en los casos estudiados, es el proceso manual. Uno de los principales avances que se han tenido es en el tiempo empleado para hacer la programación, el cual se reduce significativamente en todos los casos (de días a minutos). Esto se debe a la utilización de técnicas computacionales, lo que es una ventaja, ya que permite hacer tantas modificaciones a la programación como se necesite, hasta obtener el mejor resultado posible en poco tiempo. Otra ventaja es que se pueden involucrar en la programación tantas especificaciones y limitaciones como se quiera, ya que las técnicas computacionales permiten manejar un número grande de variables sin que afecte significativamente el tiempo de programación. (Godino, Botanero, & Font, 2013)

En forma general Taha (2014), plantea que el primer paso crucial de cualesquiera de los modelos es la definición de las alternativas o las variables de decisión del problema. La función objetivo y las restricciones del modelo se construyen utilizando las variables de decisión.

Programación Entera, Esta técnica de optimización se utiliza para resolver problemas prácticos importantes que requieren de soluciones enteras. Situaciones de este tipo son las decisiones relacionadas con la construcción de obras de infraestructuras, la asignación de personal a distintas tareas y la selección de proyectos de inversión, donde una solución fraccional no tiene sentido. (Laroze.A, 1996)

Una variación de la programación entera es el de la programación entera - mixta, en donde sólo algunas variables pueden tener valores discretos mientras que otras pueden tomar valores continuos (Laroze.A, 1996).

Sin embargo, el gran número de variables continuas y enteras que pueden generarse en algunos problemas los hacen de difícil solución (Weintraub, 1975)

Si las variables enteras sólo pueden tomar los valores 0-1 entonces nos encontramos frente a una forma específica llamada programación entera-binaria (Laroze.A, 1996). Estas variables 0-1 suelen estar asociadas a problemas que consideran variables de inversión (Winston, 1991), como es el caso de la construcción o mejora de la red de caminos.

Con frecuencia hay que enfrentar decisiones en que las únicas opciones de respuesta son sí o no (F.Hillier, y otros, 1982).

En este problema particular, las decisiones pasan por definir, por ejemplo, si construir o estabilizar un camino o no hacerlo; cosechar el rodal  $i$  en la temporada  $t$  o no cosecharlo. Estas son variables binarias que pueden tomar los valores 0 ó 1.

La estructura matemática, según (Laroze.A, 1996), para las distintas formas de programación entera son las siguientes:

**Programación entera-pura:** Todas las variables de decisión deben asumir valores enteros (por ejemplo: asignación de tareas).

**Programación entera-mixta:** Algunas variables de decisión pueden tomar valores discretos mientras que otras pueden tomar valores continuos; por ejemplo, determinar cuántas fábricas construir (variable entera) y la producción de cada fábrica (variable continua).

**Programación entera binaria:** Algunas variables enteras sólo pueden asumir los valores de 0 y 1; por ejemplo: decisiones del tipo sí o no.

Debido a que estos problemas no pueden ser considerados como lineales es necesario realizar una comparación de las soluciones lineales y enteras.

La solución entera corresponde a un punto interior de la región factible del problema equivalente de programación lineal. No es una solución básica.

Dado que el problema entero es más restrictivo que la versión lineal, el número de alternativas factibles que es posible seleccionar es menor. Por consiguiente, la solución del problema entero nunca será mejor que la solución del problema lineal.

No siempre es posible o recomendable definir una solución entera por aproximación de la solución óptima del problema lineal.

En general, obtener la solución de un problema de programación entera requiere de un esfuerzo computacional considerablemente mayor que su versión lineal equivalente.

### **El Modelo de Asignación**

Según **Taha (2012)**, el modelo de asignación es un tipo especial de problema de programación lineal en el que los asignados son recursos que se destinan a la realización de tareas. Por ejemplo, los asignados pueden ser empleados a quienes se tiene que dar trabajo. La asignación de personas a trabajos es una aplicación común del problema de asignación. Sin embargo, los asignados no tienen que ser personas. También pueden ser máquinas, vehículos o plantas, o incluso periodos a los que se asignan tareas. La mejor persona para el puesto es una buena descripción del modelo de asignación. El modelo para proponer en esta tesis es una adaptación, dado que considera docentes y cursos.

### **1.3. Formulación del problema**

¿Cuál es el efecto de un modelo de programación lineal en la optimización de la asignación de plazas docentes en el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua?

#### **Problemas específicos**

**P.E.1.** ¿La propuesta de la función objetivo de un modelo matemático servirá para optimizar la asignación de plazas docentes en el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua?

**P.E.2.** ¿Cómo se presenta la evaluación del impacto de un modelo matemático para optimizar la asignación de plazas docentes en el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua?

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar el efecto de un modelo de programación lineal entera para optimizar la asignación de plazas docentes en el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

**O.E.1.** Proponer la función objetivo de un modelo matemático para optimizar la asignación de plazas docentes en el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua.

**O.E.2.** Conocer la evaluación del impacto de un modelo matemático para optimizar la asignación de plazas docentes en el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua.



## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Según su **propósito** es una investigación **aplicada**, porque está centrada en encontrar mecanismo o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto. Por consiguiente, el tipo de ámbito al que se aplica es muy específico y bien delimitado. Esta investigación hace uso de conocimientos teóricos de la Programación Lineal para dar solución a un objetivo concreto de la realidad problemática de la empresa en estudio. Según su **manipulación de variable** es a su vez es un estudio **pre experimental**, pues se manipulará la variable independiente “Programación Lineal” para observar sus efectos en la variable dependiente “Asignación de plazas docentes”.

#### Diseño de la investigación

La presente investigación es de diseño **Experimental** de tipo **Pre experimental**, existe un control mínimo de la variable independiente, se trabaja en el área de recursos humanos, se le aplica un modelo matemático para determinar su efecto en la variable dependiente (Asignación de plazas docentes), aplicándose mediciones de tiempo y costo antes y después del estudio.

Según, Campbell y Stanley (1995) indica que “la investigación pre experimental es aquel experimento con base en grupos escogidos y sin presencia de grado de control alguno.” (p.10). Por tanto, la investigación pre experimental no tiene un total grado de control en alguna variable del estudio.

### 2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

#### Población

Según Valderrama (2015, pg. 182), “la población estadística es el conjunto de la totalidad de las variables en estudio”.

La población será la cartera de vacantes programadas (63) para el año 2019, por Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua.

#### La Muestra

Es un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos “población” (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p. 174)

De igual manea Santiago y Eldegar (2019) definen que la muestra está conformada por datos confiables que se sustrajeron de la población para formar una inferencia estos se deben delimitar y determinar de antemano Así mismo Manterola y Otzen (2017)

concluye que la muestra por conveniencia son los datos que se toman por importancia y deben ser reconocidos para el caso, esto basado por el alcance del investigador. La muestra se obtuvo usando un muestreo no probabilístico por conveniencia y según Otzen y Manterola lo define como muestreo no probabilístico a aquellos casos donde la muestra es obtenida según el investigador, dado que es quien conoce todo el proceso de recolección de datos del proceso en investigación. En este sentido la investigación tiene como muestra al mismo número que a población 63 vacantes programadas. Cabe precisar que la muestra se eligió tomando como criterio básico el tiempo o periodo que dure la investigación y datos que son de relevancia para este estudio.

### **Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

Según (Bernal, 2010, p. 195) “En la actualidad, en investigación científica hay una variedad de técnicas o instrumentos para la recolección de información en el trabajo de campo de una terminada investigación. De acuerdo con el método y el tipo de investigación que se va a realizar, se utilizan unas u otras técnicas”.

Según, (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p. 199) “Considera que un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente”.

En la Tabla N° 1 se detalla que técnicas e instrumentos se utilizaron basados en los objetivos trazados en la investigación realizada y los cuales sirvieron para recolectar y presentar reportes que son de importancia para el estudio.

**Tabla 1**

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
1) Proponer la función objetivo de un modelo matemático para optimizar la asignación de plazas docentes en el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua.	Análisis Documental	Reporte de inscritos, Documentos de requisitos
2) Conocer la evaluación del impacto de un modelo matemático para optimizar la asignación de plazas docentes en el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua.	Análisis Documental	Reporte de aptos para vacantes / Bibliografía

Fuente. Elaboración propia

### **2.3. Procedimiento y análisis de datos**

#### **Análisis de datos**

Se utilizará el Análisis Descriptivo, éste nos permitirá describir el comportamiento de la variable dependiente: asignación de plazas docentes. Para ello se utilizará las siguientes herramientas:

Recolección de datos, análisis del número de vacantes disponibles, número máximo de docentes por cada asignatura, número total de cursos programados, elaboración del Modelo de programación lineal, identificación de la variable de decisión, función objetivo, Restricciones.

Todas estas variables sirvieron para poder ser usado en el software y poder simular y encontrar la función objetivo, con el fin de resolver los problemas generales y específicos de la investigación.

### **2.4. Aspectos éticos**

En esta investigación se tiene en cuenta los siguientes aspectos éticos:

a) El respeto por la propiedad intelectual, la honestidad en el desarrollo del tema y en la obtención de información, de tal manera que toda la información estará con comentarios y referencias APA.

Información consentida

b) Las entrevistas a los propietarios y los trabajadores se mantendrán en estricta confidencialidad excepto en los casos que obtengan las autorizaciones respectivas.

c) Se presentarán los documentos necesarios de parte de la empresa para dar fe de la veracidad de la información.

d) La información económica y financiera no tiene autorización para ser divulgada y serán utilizados únicamente para efectos de la investigación.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Situación actual de la selección de docentes en el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua.

#### 3.1.1. Descripción de la empresa

**Razón social:** Cep San Antonio de Padua

**Dirección:** Jr. Bartolome Herrera 4412 San Juan de Lurigancho

#### MISION

“El Consorcio Educativo Privado San Antonio de Padua de reconocida trayectoria educativa, ofrece sus servicios a la sociedad sin excepción de personas impartiendo una educación democrática y de calidad centrada en el Desarrollo del Ser Humano, en el marco del conocimiento y valores morales, brindando una educación de calidad a estudiantes del nivel de educación inicial, primaria y secundaria, con docentes comprometidos con los valores y principios de nuestra institución y capacitados para su labor pedagógica, generando un ambiente de fraternidad y afecto, donde los sujetos desarrollan capacidades y optimizan sus potencialidades para que contribuyan con éxito en los cambios de nuestra sociedad.”

#### LA VISION

##### VISION DEL COLEGIO

“Al 2020, la Institución Educativa Privada “San Antonio de Padua” será reconocida por brindar una formación inclusiva y humanista dirigida al crecimiento de la persona, sustentada en la formación cultural y en valores sólidos, enriquecida con el aporte de la fusión de las culturas peruanas, con la práctica de valores y principios, por contar con una infraestructura moderna, equipada con material educativo y recursos tecnológicos, con docentes de amplia experiencia y formados profesionalmente bajo los lineamientos, principios y fines de la educación nacional, demostrando una gestión participativa, democrática, organizada y comunicativa con resultados en los procesos pedagógicos, clima y convivencia, formación ciudadana y conciencia ecológica, contribuyendo con el desarrollo cultural, social y económico de nuestra comunidad generando en nuestros alumnos sentimientos de identidad y asimilación de valores de morales.

## **VISION INSTITUCIONAL**

Queremos ser una Institución en continuo crecimiento y desarrollo, con una solidez administrativa y pedagógica y con una identidad cultural peruana, que brinde a los usuarios un servicio de calidad y eficiencia.

### **3.1.2. Aspecto organizativo**

## **ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DE LA I.E. "SAP" 2019**

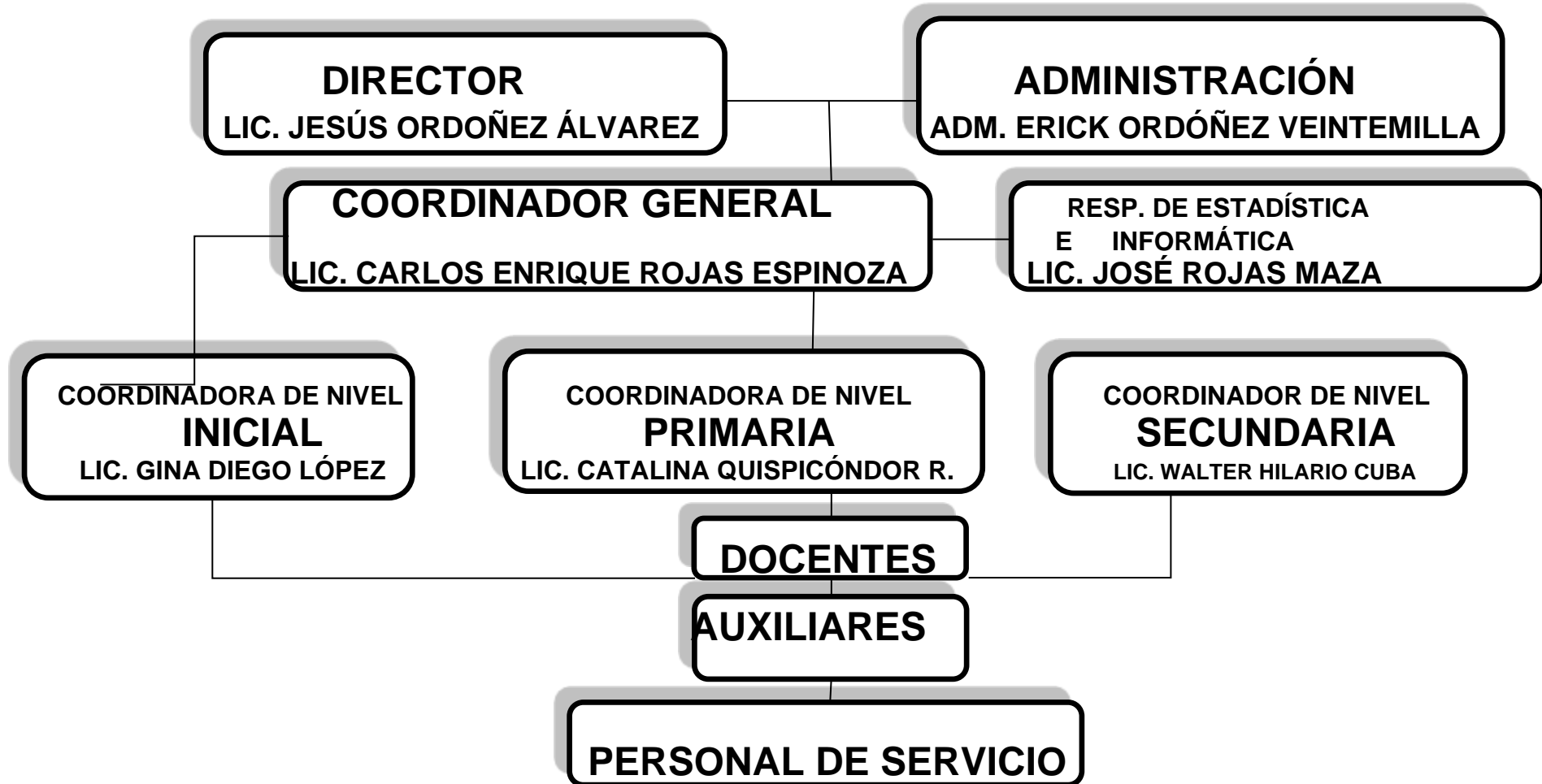


Figura 1: Organigrama Estructural de la I.E. "SAP" 2019

### 3.1.3. Situación actual de la empresa

Todo concurso de ingreso a la carrera docente es una oportunidad dirigida a todas las personas con título de profesor o de licenciado en educación que aspiran a desarrollar la función docente en alguna de las instituciones educativas de educación básica sea del sector público o privado.

En la institución educativa San Antonio de Padua todos los años existe la necesidad de contratar docentes para el nuevo año académico.

El objetivo es solucionar el problema ¿Cuál es el efecto de un modelo de programación lineal en la optimización de la asignación de plazas docentes en el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua?

Existen candidatos con diferentes características y la institución requiere con algunos requisitos específicos y a la vez existe restricciones de acuerdo con los recursos establecidos para cada una por la institución. En la Tabla N° 2 se presenta el instrumento de recolección de datos, esta muestra a los docentes postulantes a las vacantes ofertadas con su respectivo puntaje, los cuales son 136 postulantes para 63 vacantes; este reporte fue elaborado por la oficina de recursos humanos.



**Tabla 2**

*Reporte de postulantes inscritos con puntaje*

Orden de cursos	Nombre del curso	Pedagógico nacional,	Pedagógico particular	Universidad nacional,	Universidad particular,	Segunda profesionalización	Cantidad de Docentes Existentes (Postulantes)
1	Lenguaje	13	15	12	0	0	3
2	Literatura	13	14	0	0	0	2
3	Raz. Verbal	15	13	12	14	0	4
4	Inglés	12	13	14	15	0	4
5	Historia y Geografía	14	15	15	12	0	4
6	Historia del Perú Contemporáneo	12	14	11	13	0	4
7	Economía	13	14	15	13	0	4
8	Gestión Empresarial	12	14	15	16	0	4
9	Educación Cívica	14	15	14	17	0	4
10	Psicología	15	17	16	14	0	4
11	Geografía del Perú y el Mundo	15	16	14	16	0	4
12	Educación Familiar	15	16	17	14	17	5
13	Familia y Civismo	17	14	16	16	16	5
14	Filosofía	16	15	15	12	15	5
15	Tutoría	14	16	14	13	18	5
16	Educación Artística	13	15	16	18	16	5
17	Educación Física	15	16	14	15	17	5
18	Educación Religiosa	18	17	16	15	14	5
19	Aritmética	12	16	19	16	16	5
20	Geometría	14	17	17	16	17	5
21	Álgebra	13	14	17	18	16	5
22	Razonamiento Matemático	15	17	16	19	18	5
23	Razonamiento Lógico	12	16	16	17	0	4
24	Botánica	14	17	15	18	0	4
25	Zoología	18	15	16	17	0	4
26	Ecología	17	16	11	12	0	4
27	Anatomía	18	16	14	13	0	4
28	Química I y II	16	17	16	18	0	4
29	Biología	19	18	16	15	0	4
30	Física	12	14	16	15	0	4
31	Computación	14	15	16	13	0	4
32	Física II	17	16	16	18	0	4
	<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>31</b>	<b>30</b>	<b>11</b>	<b>136</b>

*Fuente.* Oficina de Recursos humanos.

**Tabla 3**

*Reporte de docentes máximo a contratar*

<b>Orden de cursos</b>	<b>Nombre del curso</b>	<b>Profesores máximo por contratar</b>
1	<b>Lenguaje</b>	2
2	<b>Literatura</b>	2
3	<b>Raz. Verbal</b>	2
4	<b>Ingles</b>	1
5	<b>Historia y Geografía</b>	2
6	<b>Historia del Perú Contemporáneo</b>	2
7	<b>Economía</b>	2
8	<b>Gestión Empresarial</b>	2
9	<b>Educación Cívica</b>	3
10	<b>Psicología</b>	1
11	<b>Geografía del Perú y el Mundo</b>	2
12	<b>Educación Familiar</b>	2
13	<b>Familia y Civismo</b>	2
14	<b>Filosofía</b>	2
15	<b>Tutoría</b>	2
16	<b>Educación Artística</b>	2
17	<b>Educación Física</b>	2
18	<b>Educación Religiosa</b>	2
19	<b>Aritmética</b>	2
20	<b>Geometría</b>	2
21	<b>Álgebra</b>	2
22	<b>Raz. Matemático</b>	2
23	<b>Raz. Lógico</b>	1
24	<b>Botánica</b>	2
25	<b>Zoología</b>	3
26	<b>Ecología</b>	2
27	<b>Anatomía</b>	3
28	<b>Química I y II</b>	2
29	<b>Biología</b>	2
30	<b>Física</b>	2
31	<b>Computación</b>	2
32	<b>Física II</b>	1
	<b>Total</b>	<b>63</b>

*Fuente.* Oficina de Recursos humanos.

En la Tabla N° 4 se presenta otro instrumento de recolección de datos, esta muestra la formación docente de los postulantes que esta agrupado en las instituciones Universidad Nacional, Universidad Particular, Pedagógico Nacional, Pedagógico Particular y Segunda Profesionalización.

**Tabla 4**

*Formación profesional de postulantes*

<b>Formación profesional</b>	<b>Postulantes</b>
Pedagógico nacional	32
Pedagógico particular	32
Universidad nacional	31
Universidad particular	30
Segunda profesionalización	41
<b>Total</b>	<b>136</b>

*Fuente.* Oficina de Recursos humanos.

**Tabla 5**

*Contrato mínimo de docentes*

Orden de cursos	Nombre del curso	Contratos Mínimos
1	Lenguaje	1
2	Literatura	1
3	Raz. Verbal	1
4	Ingles	1
5	Historia y Geografía	1
6	Historia del Perú Contemporáneo	1
7	Economía	1
8	Gestión Empresarial	1
9	Educación Cívica	1
10	Psicología	1
11	Geografía del Perú y el Mundo	1
12	Educación Familiar	1
13	Familia y Civismo	1
14	Filosofía	1
15	Tutoría	1
16	Educación Artística	1
17	Educación Física	1
18	Educación Religiosa	1
19	Aritmética	1
20	Geometría	1
21	Álgebra	1
22	Razonamiento Matemático	1
23	Razonamiento Lógico	1
24	Botánica	1
25	Zoología	1
26	Ecología	1
27	Anatomía	1
28	Química I y II	1
29	Biología	1
30	Física	1
31	Computación	1
32	Física II	1
	Total	<b>32</b>

*Fuente.* Oficina de Recursos humanos.

### **Interpretación:**

La situación actual de la organización educativa consiste en optimizar la asignación de plazas docentes en el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua, para esto existe algunas restricciones que cumplir (condiciones internas). Se recibe de la oficina de Recursos Humanos, mediante los instrumentos de recolección de datos, información de los postulantes, para que de esta manera se logre optimar la asignación de plazas haciendo uso de la programación lineal.

### **Condiciones internas**

- Otra condición es que el puntaje máximo acumulado por todos los docentes seleccionados tiene que ser superior a 1000 (esto es porque por disposiciones de la dirección la cantidad de puntaje debe ser como mínimo el 45% del total de puntaje acumulado de los postulantes)
- La cantidad de docentes egresados de pedagógicos no deben superar la cantidad de docentes egresados de universidades

### **3.2. Modelo matemático para optimizar la asignación de plazas docentes en el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua**

El primer paso consiste en la definición de las variables de decisión las cuales están orientadas a la contratación de un profesor para un curso determinado y que ha estudiado su carrera profesional en una institución de Educación Superior. La incógnita del problema consiste en la asignación de profesores a las plazas que ofrece la institución educativa particular San Antonio de Padua. Por esta razón las variables de decisión del modelo se definen como variables binarias.

A cada plaza vacante, se le asocia una variable de decisión que toma dos posibles valores: 0 y 1. Después de resolver el modelo la variable que toma valor 1, indica la contratación de un docente y la que toma valor 0, indica que no se debe contratar al docente.

Notación:

### Variables enteras

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{Se contrata al docente} \\ 0 & \text{No se contrata al docente} \end{cases}$$

i(i=Lenguaje, Literatura, Razonamiento Verbal, inglés, Historia y Geografía, Historia del Perú Contemporáneo y Mundial, Economía, Gestión empresarial, Educación cívica, Psicología, Geografía del Perú y el Mundo, Educación familiar, Familia y Civismo, Filosofía, Razonamiento Lógico, Educación Artística, Aritmética, Geometría, álgebra, Razonamiento Matemático, Botánica, Zoología, Ecología, Anatomía, Química I y II, Biología, Física, Computación, Tutoría, Física i=1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32)

que vienen de la institución j ( j= Pedagógico nacional, Pedagógico particular, Universidad nacional, Universidad particular, Segunda profesionalización = a,b,c,d,e)

#### A) Formulación del modelo

La propuesta planteada se basa en un modelo de programación lineal entera binaria que, bajo ciertas restricciones y con base en la evaluación curricular del área de recursos humanos, proporciona una asignación óptima de docentes en base a una selección del docente con mayor puntaje acumulado.

#### Función objetivo:

Maximizar Puntaje acumulado:

$$\begin{aligned} \text{Max } & 13x_{1a} + 15x_{1b} + 12x_{1c} \\ & + 13x_{2a} + 14x_{2b} + \\ & 15x_{3a} + 13x_{3b} + 12x_{3c} + 14x_{3d} + \\ & 12x_{4a} + 13x_{4b} + 14x_{4c} + 15x_{4d} + \\ & 14x_{5a} + 15x_{5b} + 15x_{5c} + 12x_{5d} + \\ & 12x_{6a} + 14x_{6b} + 11x_{6c} + 13x_{6d} + \\ & 13x_{7a} + 14x_{7b} + 15x_{7c} + 13x_{7d} + \\ & 12x_{8a} + 14x_{8b} + 15x_{8c} + 16x_{8d} + \end{aligned}$$

$14x9a+15x9b+14x9c+17x9d+$   
 $15x10a+17x10b+16x10c+14x10d+$   
 $15x11a+16x11b+14x11c+16x11d+$   
 $15x12a+16x12b+17x12c+14x12d+17x12e+$   
 $17x13a+14x13b+16x13c+16x13d+16x13e+$   
 $16x14a+15x14b+15x14c+12x14d+15x14e+$   
 $14x15a+16x15b+14x15c+13x15d+18x15e+$   
 $13x16a+15x16b+16x16c+18x16d+16x16e+$   
 $15x17a+16x17b+14x17c+15x17d+17x17e+$   
 $18x18a+17x18b+16x18c+15x18d+14x18e+$   
 $12x19a+16x19b+19x19c+16x19d+16x19e+$   
 $14x20a+17x20b+17x20c+16x20d+17x20e+$   
 $13x21a+14x21b+17x21c+18x21d+16x21e+$   
 $15x22a+17x22b+16x22c+19x22d+18x22e+$   
 $12x23a+16x23b+16x23c+17x23d+$   
 $14x24a+17x24b+15x24c+18x24d+$   
 $18x25a+15x25b+16x25c+17x25d+$   
 $17x26a+16x26b+11x26c+12x26d+$   
 $18x27a+16x27b+14x27c+13x27d+$   
 $16x28a+17x28b+16x28c+18x28d+$   
 $19x29a+18x29b+16x29c+15x29d+$   
 $12x30a+14x30b+16x30c+15x30d+$   
 $14x31a+15x31b+16x31c+13x31d+$   
 $17x32a+16x32b+16x32c+18x32d$

**Disponibilidad de Plazas:**

$$x1a+x1b+x1c \leq 2$$

$$x2a+x2b \leq 2$$

$$x3a+x3b+x3c+x3d \leq 2$$

$$x4a+x4b+x4c+x4d+x4e \leq 1$$

$$x5a+x5b+x5c+x5d \leq 2$$

$$x6a+x6b+x6c+x6d \leq 2$$

$$x7a+x7b+x7c+x7d \leq 2$$

$$x8a+x8b+x8c+x8d \leq 2$$

$$x9a+x9b+x9c+x9d \leq 3$$

$$x10a+x10b+x10c+x10d \leq 1$$

$$x11a+x11b+x11c+x11d \leq 2$$

$$x12a+x12b+x12c+x12d+x12e \leq 2$$

$$x13a+x13b+x13c+x13d+x13e \leq 2$$

$$x14a+x14b+x14c+x14d+x14e \leq 2$$

$$x15a+x15b+x15c+x15d+x15e \leq 2$$

$$x16a+x16b+x16c+x16d+x16e \leq 2$$

$$x17a+x17b+x17c+x17d+x17e \leq 2$$

$$x18a+x18b+x18c+x18d+x18e \leq 2$$

$$x19a+x19b+x19c+x19d+x19e \leq 2$$

$$x20a+x20b+x20c+x20d+x20e \leq 2$$

$$x21a+x21b+x21c+x21d+x21e \leq 2$$

$$x22a+x22b+x22c+x22d+x22e \leq 2$$

$$x23a+x23b+x23c+x23d \leq 1$$

$$x24a+x24b+x24c+x24d \leq 2$$

$$x25a+x25b+x25c+x25d \leq 3$$

$$x26a+x26b+x26c+x26d \leq 2$$

$$x27a+x27b+x27c+x27d \leq 3$$

$$x28a+x28b+x28c+x28d \leq 2$$

$$x29a+x29b+x29c+x29d \leq 2$$

$$x30a+x30b+x30c+x30d \leq 2$$

$$x31a+x31b+x31c+x31d \leq 2$$

$$x32a+x32b+x32c+x32d \leq 1$$

**Cantidad mínima de docentes:**



$$x_{1a}+x_{1b}+x_{1c} \geq 1$$

$$x_{2a}+x_{2b} \geq 1$$

$$x_{3a}+x_{3b}+x_{3c}+x_{3d} \geq 1$$

$$x_{4a}+x_{4b}+x_{4c}+x_{4d}+x_{4e} \geq 1$$

$$x_{5a}+x_{5b}+x_{5c}+x_{5d} \geq 1$$

$$x_{6a}+x_{6b}+x_{6c}+x_{6d} \geq 1$$

$$x_{7a}+x_{7b}+x_{7c}+x_{7d} \geq 1$$

$$x_{8a}+x_{8b}+x_{8c}+x_{8d} \geq 1$$

$$x_{9a}+x_{9b}+x_{9c}+x_{9d} \geq 1$$

$$x_{10a}+x_{10b}+x_{10c}+x_{10d} \geq 1$$

$$x_{11a}+x_{11b}+x_{11c}+x_{11d} \geq 1$$

$$x_{12a}+x_{12b}+x_{12c}+x_{12d}+x_{12e} \geq 1$$

$$x_{13a}+x_{13b}+x_{13c}+x_{13d}+x_{13e} \geq 1$$

$$x_{14a}+x_{14b}+x_{14c}+x_{14d}+x_{14e} \geq 1$$

$$x_{15a}+x_{15b}+x_{15c}+x_{15d}+x_{15e} \geq 1$$

$$x_{16a}+x_{16b}+x_{16c}+x_{16d}+x_{16e} \geq 1$$

$$x_{17a}+x_{17b}+x_{17c}+x_{17d}+x_{17e} \geq 1$$

$$x_{18a}+x_{18b}+x_{18c}+x_{18d}+x_{18e} \geq 1$$

$$x_{19a}+x_{19b}+x_{19c}+x_{19d}+x_{19e} \geq 1$$

$$x_{20a}+x_{20b}+x_{20c}+x_{20d}+x_{20e} \geq 1$$

$$x_{21a}+x_{21b}+x_{21c}+x_{21d}+x_{21e} \geq 1$$

$$x_{22a}+x_{22b}+x_{22c}+x_{22d}+x_{22e} \geq 1$$

$$x_{23a}+x_{23b}+x_{23c}+x_{23d} \geq 1$$

$$x_{24a}+x_{24b}+x_{24c}+x_{24d} \geq 1$$

$$x_{25a}+x_{25b}+x_{25c}+x_{25d} \geq 1$$

$$x_{26a}+x_{26b}+x_{26c}+x_{26d} \geq 1$$

$$x_{27a}+x_{27b}+x_{27c}+x_{27d} \geq 1$$

$$x_{28a}+x_{28b}+x_{28c}+x_{28d} \geq 1$$

$$x_{29a}+x_{29b}+x_{29c}+x_{29d} \geq 1$$

$$x_{30a}+x_{30b}+x_{30c}+x_{30d} \geq 1$$

$$x_{31a}+x_{31b}+x_{31c}+x_{31d} \geq 1$$

$$x_{32a}+x_{32b}+x_{32c}+x_{32d} \geq 1$$

**Puntaje acumulado mínimo del 45% del total:**

**Ecuación 1: Puntaje acumulado mínimo**

$$\begin{aligned}
 &13x_{1a}+15x_{1b}+12x_{1c} \\
 &+13x_{2a}+14x_{2b}+ \\
 &15x_{3a}+3x_{3b}+12x_{3c}+14x_{3d}+ \\
 &12x_{4a}+13x_{4b}+14x_{4c}+15x_{4d}+ \\
 &14x_{5a}+15x_{5b}+15x_{5c}+12x_{5d}+ \\
 &12x_{6a}+14x_{6b}+11x_{6c}+13x_{6d}+ \\
 &13x_{7a}+14x_{7b}+15x_{7c}+13x_{7d}+ \\
 &12x_{8a}+14x_{8b}+15x_{8c}+16x_{8d}+ \\
 &14x_{9a}+15x_{9b}+14x_{9c}+17x_{9d}+ \\
 &15x_{10a}+17x_{10b}+16x_{10c}+14x_{10d}+ \\
 &15x_{11a}+16x_{11b}+14x_{11c}+16x_{11d}+ \\
 &15x_{12a}+16x_{12b}+17x_{12c}+14x_{12d}+17x_{12e}+ \\
 &17x_{13a}+14x_{13b}+16x_{13c}+16x_{13d}+16x_{13e}+ \\
 &16x_{14a}+15x_{14b}+15x_{14c}+12x_{14d}+15x_{14e}+ \\
 &14x_{15a}+16x_{15b}+14x_{15c}+13x_{15d}+18x_{15e}+ \\
 &13x_{16a}+15x_{16b}+16x_{16c}+18x_{16d}+16x_{16e}+ \\
 &15x_{17a}+16x_{17b}+14x_{17c}+15x_{17d}+17x_{17e}+ \\
 &18x_{18a}+17x_{18b}+16x_{18c}+15x_{18d}+14x_{18e}+ \\
 &12x_{19a}+16x_{19b}+19x_{19c}+16x_{19d}+16x_{19e}+ \\
 &14x_{20a}+17x_{20b}+17x_{20c}+16x_{20d}+17x_{20e}+ \\
 &13x_{21a}+14x_{21b}+17x_{21c}+18x_{21d}+16x_{21e}+ \\
 &15x_{22a}+17x_{22b}+16x_{22c}+19x_{22d}+18x_{22e}+ \\
 &12x_{23a}+16x_{23b}+16x_{23c}+17x_{23d}+
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &14x_{24a}+17x_{24b}+15x_{24c}+18x_{24d}+ \\
 &18x_{25a}+15x_{25b}+16x_{25c}+17x_{25d}+ \\
 &17x_{26a}+16x_{26b}+11x_{26c}+12x_{26d}+ \\
 &18x_{27a}+16x_{27b}+14x_{27c}+13x_{27d}+ \\
 &16x_{28a}+17x_{28b}+16x_{28c}+18x_{28d}+ \\
 &19x_{29a}+18x_{29b}+16x_{29c}+15x_{29d}+ \\
 &12x_{30a}+14x_{30b}+16x_{30c}+15x_{30d}+ \\
 &14x_{31a}+15x_{31b}+16x_{31c}+13x_{31d}+ \\
 &17x_{32a}+16x_{32b}+16x_{32c}+18x_{32d} \leq 0.45(2065)
 \end{aligned}$$

**Plazas Disponibles:**

**Ecuación 2: Plazas Disponibles**

$$\begin{aligned}
 &13x_{1a}+15x_{1b}+12x_{1c} \\
 &+13x_{2a}+14x_{2b}+ \\
 &15x_{3a}+3x_{3b}+12x_{3c}+14x_{3d}+ \\
 &12x_{4a}+13x_{4b}+14x_{4c}+15x_{4d}+ \\
 &14x_{5a}+15x_{5b}+15x_{5c}+12x_{5d}+ \\
 &12x_{6a}+14x_{6b}+11x_{6c}+13x_{6d}+ \\
 &13x_{7a}+14x_{7b}+15x_{7c}+13x_{7d}+ \\
 &12x_{8a}+14x_{8b}+15x_{8c}+16x_{8d}+ \\
 &14x_{9a}+15x_{9b}+14x_{9c}+17x_{9d}+ \\
 &15x_{10a}+17x_{10b}+16x_{10c}+14x_{10d}+ \\
 &15x_{11a}+16x_{11b}+14x_{11c}+16x_{11d}+ \\
 &15x_{12a}+16x_{12b}+17x_{12c}+14x_{12d}+17x_{12e}+ \\
 &17x_{13a}+14x_{13b}+16x_{13c}+16x_{13d}+16x_{13e}+ \\
 &16x_{14a}+15x_{14b}+15x_{14c}+12x_{14d}+15x_{14e}+ \\
 &14x_{15a}+16x_{15b}+14x_{15c}+13x_{15d}+18x_{15e}+ \\
 &13x_{16a}+15x_{16b}+16x_{16c}+18x_{16d}+16x_{16e}+ \\
 &15x_{17a}+16x_{17b}+14x_{17c}+15x_{17d}+17x_{17e}+
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &18x18a+17x18b+16x18c+15x18d+14x18e+ \\
 &12x19a+16x19b+19x19c+16x19d+16x19e+ \\
 &14x20a+17x20b+17x20c+16x20d+17x20e+ \\
 &13x21a+14x21b+17x21c+18x21d+16x21e+ \\
 &15x22a+17x22b+16x22c+19x22d+18x22e+ \\
 &12x23a+16x23b+16x23c+17x23d+ \\
 &14x24a+17x24b+15x24c+18x24d+ \\
 &18x25a+15x25b+16x25c+17x25d+ \\
 &17x26a+16x26b+11x26c+12x26d+ \\
 &18x27a+16x27b+14x27c+13x27d+ \\
 &16x28a+17x28b+16x28c+18x28d+ \\
 &19x29a+18x29b+16x29c+15x29d+ \\
 &12x30a+14x30b+16x30c+15x30d+ \\
 &14x31a+15x31b+16x31c+13x31d+ \\
 &17x32a+16x32b+16x32c+18x32d \leq 63
 \end{aligned}$$

**Pedagógico Nacional y Pedagógico Particular no debe superar la cantidad de docentes de Universidad nacional y Universidad particular**

**Ecuación 3: Pedagógico Nacional y Pedagógico Particular no debe superar la cantidad de docentes de Universidad nacional y Universidad particular**

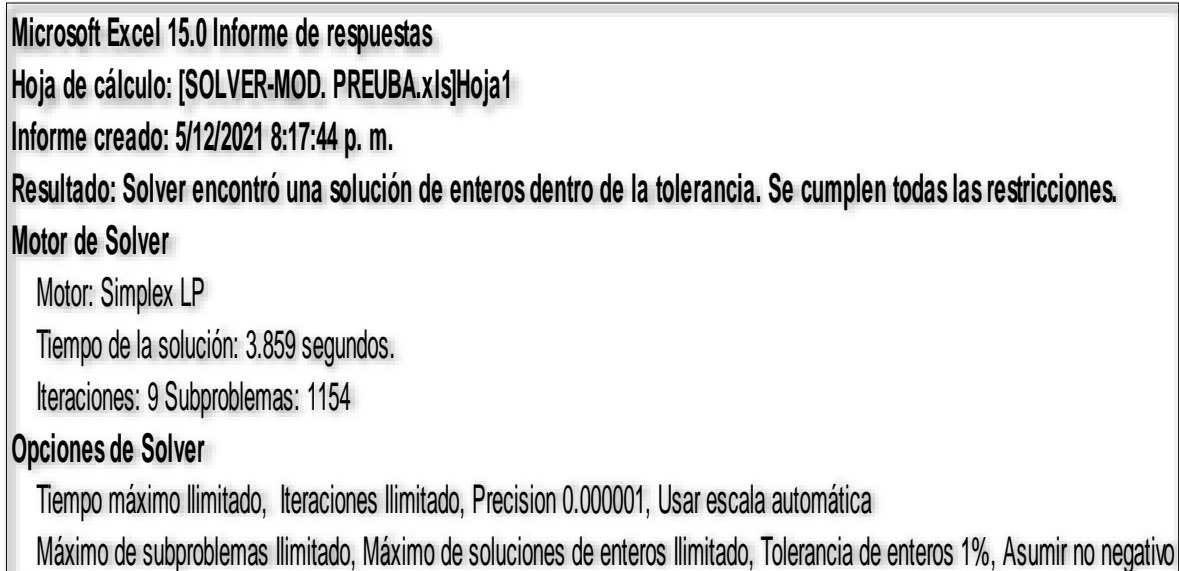
$$\begin{aligned}
 &x1a+x2a+x3a+x4a+x5a+x6a+x7a+x8a+x9a+x10a+x11a+x12a+x13a+x14a+x15a+x \\
 &16a+x17a+x18a+x19a+x20a+x21a+x22a+x23a+x24a+x25a+x26a+x27a+x28a+x29 \\
 &a+x30a+x31a+x32a+x1b+x2b+x3b+x4b+x5b+x6b+x7b+x8b+x9b+x10b+x11b+x12 \\
 &b+x13b+x14b+x15b+x16b+x17b+x18b+x19b+x20b+x21b+x22b+x23b+x24b+x25 \\
 &b+x26b+x27b+x28b+x29b+x30b+x31b+x32b \leq \\
 &x1c+x2c+x3c+x4c+x5c+x6c+x7c+x8c+x9c+x10c+x11c+x12c+x13c+x14c+x15c+x \\
 &16c+x17c+x18c+x19c+x20c+x21c+x22c+x23c+x24c+x25c+x26c+x27c+x28c+x29 \\
 &c+x30c+x31c+x32c+x1d+x2d+x3d+x4d+x5d+x6d+x7d+x8d+x9d+x10d+x11d+x12
 \end{aligned}$$

$d+x_{13}d+x_{14}d+x_{15}d+x_{16}d+x_{17}d+x_{18}d+x_{19}d+x_{20}d+x_{21}d+x_{22}d+x_{23}d+x_{24}d+x_{25}d+x_{26}d+x_{27}d+x_{28}d+x_{29}d+x_{30}d+x_{31}d+x_{32}d$

## B) Presentación de resultados

Se usó Solver es una herramienta presente en las hojas de cálculo, como MS Excel y OpenOffice.org Calc, que permite resolver problemas de optimización. Solver optimiza los modelos sujetos a restricciones, como los modelos de programación lineal y no lineales, lo que permite obtener las soluciones óptimas para un modelo determinado y de esta forma tomar las mejores decisiones en una empresa.

Acontinuación en la Figura N° 2 se detalla la información básica del reporte del modelo:



**Figura 2: Resultados de solver**

**Tabla 6**

*Informe de repuestas de solver*

Celda objetivo  
(Máx)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$H\$114	PUNTAJE MAXIMO	1016	1016

Celdas de variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
\$C\$38	Lenguaje pedagógico nacional,	1	1	Binario
\$D\$38	Lenguaje pedagógico particular	1	1	Binario
\$E\$38	Lenguaje universidad nacional,	0	0	Binario
\$F\$38	Lenguaje universidad particular,	0	0	Binario
\$G\$38	Lenguaje segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$39	Literatura pedagógico nacional,	1	1	Binario
\$D\$39	Literatura pedagógico particular	1	1	Binario
\$E\$39	Literatura universidad nacional,	0	0	Binario
\$F\$39	Literatura universidad particular,	0	0	Binario
\$G\$39	Literatura segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$40	Raz. Verbal pedagógico nacional,	1	1	Binario
\$D\$40	Raz. Verbal pedagógico particular	0	0	Binario
\$E\$40	Raz. Verbal universidad nacional,	0	0	Binario
\$F\$40	Raz. Verbal universidad particular,	1	1	Binario
\$G\$40	Raz. Verbal segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$41	Ingles pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$41	Ingles pedagógico particular	0	0	Binario
\$E\$41	Ingles universidad nacional,	0	0	Binario
\$F\$41	Ingles universidad particular,	1	1	Binario
\$G\$41	Ingles segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$42	Historia y Geografía pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$42	Historia y Geografía pedagógico particular	1	1	Binario
\$E\$42	Historia y Geografía universidad nacional,	1	1	Binario
\$F\$42	Historia y Geografía universidad particular,	0	0	Binario
\$G\$42	Historia y Geografía segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$43	Historia del Perú Contemporáneo pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$43	Historia del Perú Contemporáneo pedagógico particular	1	1	Binario
\$E\$43	Historia del Perú Contemporáneo universidad nacional,	0	0	Binario

\$F\$43	Historia del Perú Contemporáneo universidad particular,	1	1	Binario
\$G\$43	Historia del Perú Contemporáneo segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$44	Economía pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$44	Economía pedagógico particular	1	1	Binario
\$E\$44	Economía universidad nacional,	1	1	Binario
\$F\$44	Economía universidad particular,	0	0	Binario
\$G\$44	Economía segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$45	Gestión Empresarial pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$45	Gestión Empresarial pedagógico particular	0	0	Binario
\$E\$45	Gestión Empresarial universidad nacional,	1	1	Binario
\$F\$45	Gestión Empresarial universidad particular,	1	1	Binario
\$G\$45	Gestión Empresarial segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$46	Educación Cívica pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$46	Educación Cívica pedagógico particular	1	1	Binario
\$E\$46	Educación Cívica universidad nacional,	1	1	Binario
\$F\$46	Educación Cívica universidad particular,	1	1	Binario
\$G\$46	Educación Cívica segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$47	Psicología pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$47	Psicología pedagógico particular	0	0	Binario
\$E\$47	Psicología universidad nacional,	1	1	Binario
\$F\$47	Psicología universidad particular,	0	0	Binario
\$G\$47	Psicología segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$48	Geografía del Perú y el Mundo pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$48	Geografía del Perú y el Mundo pedagógico particular	1	1	Binario
\$E\$48	Geografía del Perú y el Mundo universidad nacional,	0	0	Binario
\$F\$48	Geografía del Perú y el Mundo universidad particular,	1	1	Binario
\$G\$48	Geografía del Perú y el Mundo segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$49	Educación Familiar pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$49	Educación Familiar pedagógico particular	0	0	Binario
\$E\$49	Educación Familiar universidad nacional,	1	1	Binario
\$F\$49	Educación Familiar universidad particular,	0	0	Binario
\$G\$49	Educación Familiar segunda profesionalización	1	1	Binario
\$C\$50	Familia y Civismo pedagógico nacional,	1	1	Binario

\$D\$50	Familia y Civismo pedagógico particular	0	0	Binario
\$E\$50	Familia y Civismo universidad nacional,	0	0	Binario
\$F\$50	Familia y Civismo universidad particular,	0	0	Binario
\$G\$50	Familia y Civismo segunda profesionalización	1	1	Binario
\$C\$51	Filosofía pedagógico nacional,	1	1	Binario
\$D\$51	Filosofía pedagógico particular	0	0	Binario
\$E\$51	Filosofía universidad nacional,	1	1	Binario
\$F\$51	Filosofía universidad particular,	0	0	Binario
\$G\$51	Filosofía segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$52	Tutoría pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$52	Tutoría pedagógico particular	1	1	Binario
\$E\$52	Tutoría universidad nacional,	0	0	Binario
\$F\$52	Tutoría universidad particular,	0	0	Binario
\$G\$52	Tutoría segunda profesionalización	1	1	Binario
\$C\$53	Educación Artística pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$53	Educación Artística pedagógico particular	0	0	Binario
\$E\$53	Educación Artística universidad nacional,	0	0	Binario
\$F\$53	Educación Artística universidad particular,	1	1	Binario
\$G\$53	Educación Artística segunda profesionalización	1	1	Binario
\$C\$54	Educación Física pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$54	Educación Física pedagógico particular	1	1	Binario
\$E\$54	Educación Física universidad nacional,	0	0	Binario
\$F\$54	Educación Física universidad particular,	0	0	Binario
\$G\$54	Educación Física segunda profesionalización	1	1	Binario
\$C\$55	Educación Religiosa pedagógico nacional,	1	1	Binario
\$D\$55	Educación Religiosa pedagógico particular	1	1	Binario
\$E\$55	Educación Religiosa universidad nacional,	0	0	Binario
\$F\$55	Educación Religiosa universidad particular,	0	0	Binario
\$G\$55	Educación Religiosa segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$56	Aritmética pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$56	Aritmética pedagógico particular	0	0	Binario
\$E\$56	Aritmética universidad nacional,	1	1	Binario
\$F\$56	Aritmética universidad particular,	0	0	Binario
\$G\$56	Aritmética segunda profesionalización	1	1	Binario
\$C\$57	Geometría pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$57	Geometría pedagógico particular	0	0	Binario



\$E\$57	Geometría universidad nacional,	1	1	Binario
\$F\$57	Geometría universidad particular,	0	0	Binario
\$G\$57	Geometría segunda profesionalización	1	1	Binario
\$C\$58	Álgebra pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$58	Álgebra pedagógico particular	0	0	Binario
\$E\$58	Álgebra universidad nacional,	1	1	Binario
\$F\$58	Álgebra universidad particular,	1	1	Binario
\$G\$58	Álgebra segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$59	Razonamiento Matemático pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$59	Razonamiento Matemático pedagógico particular	0	0	Binario
\$E\$59	Razonamiento Matemático universidad nacional,	0	0	Binario
\$F\$59	Razonamiento Matemático universidad particular,	1	1	Binario
\$G\$59	Razonamiento Matemático segunda profesionalización	1	1	Binario
\$C\$60	Razonamiento Lógico pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$60	Razonamiento Lógico pedagógico particular	0	0	Binario
\$E\$60	Razonamiento Lógico universidad nacional,	0	0	Binario
\$F\$60	Razonamiento Lógico universidad particular,	1	1	Binario
\$G\$60	Razonamiento Lógico segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$61	Botánica pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$61	Botánica pedagógico particular	1	1	Binario
\$E\$61	Botánica universidad nacional,	0	0	Binario
\$F\$61	Botánica universidad particular,	1	1	Binario
\$G\$61	Botánica segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$62	Zoología pedagógico nacional,	1	1	Binario
\$D\$62	Zoología pedagógico particular	0	0	Binario
\$E\$62	Zoología universidad nacional,	1	1	Binario
\$F\$62	Zoología universidad particular,	1	1	Binario
\$G\$62	Zoología segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$63	Ecología pedagógico nacional,	1	1	Binario
\$D\$63	Ecología pedagógico particular	0	0	Binario
\$E\$63	Ecología universidad nacional,	1	1	Binario
\$F\$63	Ecología universidad particular,	0	0	Binario
\$G\$63	Ecología segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$64	Anatomía pedagógico nacional,	1	1	Binario
\$D\$64	Anatomía pedagógico particular	1	1	Binario
\$E\$64	Anatomía universidad nacional,	1	1	Binario
\$F\$64	Anatomía universidad particular,	0	0	Binario
\$G\$64	Anatomía segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$65	Química I y II pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$65	Química I y II pedagógico particular	1	1	Binario
\$E\$65	Química I y II universidad nacional,	0	0	Binario
\$F\$65	Química I y II universidad particular,	1	1	Binario

\$G\$65	Química I y II segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$66	Biología pedagógico nacional,	1	1	Binario
\$D\$66	Biología pedagógico particular	1	1	Binario
\$E\$66	Biología universidad nacional,	0	0	Binario
\$F\$66	Biología universidad particular,	0	0	Binario
\$G\$66	Biología segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$67	Física pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$67	Física pedagógico particular	0	0	Binario
\$E\$67	Física universidad nacional,	1	1	Binario
\$F\$67	Física universidad particular,	1	1	Binario
\$G\$67	Física segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$68	Computación pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$68	Computación pedagógico particular	1	1	Binario
\$E\$68	Computación universidad nacional,	1	1	Binario
\$F\$68	Computación universidad particular,	0	0	Binario
\$G\$68	Computación segunda profesionalización	0	0	Binario
\$C\$69	Física II pedagógico nacional,	0	0	Binario
\$D\$69	Física II pedagógico particular	0	0	Binario
\$E\$69	Física II universidad nacional,	0	0	Binario
\$F\$69	Física II universidad particular,	1	1	Binario
\$G\$69	Física II segunda profesionalización	0	0	Binario

Fuente. Solver

### 3.3. Identificar la asignación adecuada de plazas docentes mediante la solución lograda por el modelo de programación lineal

El modelo matemático ayuda a decidir de acuerdo con las restricciones ingresadas cual es el modelo que optimiza la asignación de plazas docentes, seleccionando los docentes con mayor puntaje, tal como se muestra en la tabla N° 7.

**Tabla 7**

*Identificación de la asignación adecuada de plazas docentes*

Orden de cursos	Nombre del curso	Pedagógico nacional	Pedagógico particular	Universidad nacional	Universidad particular	Segunda profesionalización	Profesores Contratados	Profesores máximo por contratar
1	Lenguaje	1	1	0	0	0	2	2
2	Literatura	1	1	0	0	0	2	2
3	Raz. Verbal	1	0	0	1	0	2	2
4	Inglés	0	0	0	1	0	1	1
5	Historia y Geografía	0	1	1	0	0	2	2
6	Historia del Perú Contemporáneo	0	1	0	1	0	2	2
7	Economía	0	1	1	0	0	2	2
8	Gestión Empresarial	0	0	1	1	0	2	2

9	Educación Cívica	0	1	1	1	0	3	3
10	Psicología	0	0	1	0	0	1	1
11	Geografía del Perú y el Mundo	0	1	0	1	0	2	2
12	Educación Familiar	0	0	1	0	1	2	2
13	Familia y Civismo	1	0	0	0	1	2	2
14	Filosofía	1	0	1	0	0	2	2
15	Tutoría	0	1	0	0	1	2	2
16	Educación Artística	0	0	0	1	1	2	2
17	Educación Física	0	1	0	0	1	2	2
18	Educación Religiosa	1	1	0	0	0	2	2
19	Aritmética	0	0	1	0	1	2	2
20	Geometría	0	0	1	0	1	2	2
21	Álgebra	0	0	1	1	0	2	2
22	Razonamiento Matemático	0	0	0	1	1	2	2
23	Razonamiento Lógico	0	0	0	1	0	1	1
24	Botánica	0	1	0	1	0	2	2
25	Zoología	1	0	1	1	0	3	3
26	Ecología	1	0	1	0	0	2	2
27	Anatomía	1	1	1	0	0	3	3
28	Química I y II	0	1	0	1	0	2	2
29	Biología	1	1	0	0	0	2	2
30	Física	0	0	1	1	0	2	2
31	Computación	0	1	1	0	0	2	2
32	Física II	0	0	0	1	0	1	1
DOCENTES CONTRATADOS		10	15	15	15	8	63	<b>63</b>
DOCENTES POSTULANTES		32	32	31	30	11		<b>136</b>

Fuente. Elaboración propia

## Interpretación de resultados

El reporte generado por solver da a conocer que los diversos docentes asignados a los cursos a cubrir las plazas son los siguientes mostrados en la tabla N°8.

**Tabla 8**

*Docentes de pedagógico Nacional*

Orden de cursos	Nombre del curso	Pedagógico nacional
1	Lenguaje	1

2	<b>Literatura</b>	1
3	<b>Raz. Verbal</b>	1
13	<b>Familia y Civismo</b>	1
14	<b>Filosofía</b>	1
18	<b>Educación Religiosa</b>	1
25	<b>Zoología</b>	1
26	<b>Ecología</b>	1
27	<b>Anatomía</b>	1
29	<b>Biología</b>	1
<hr/>		
	<b>DOCENTES CONTRATADOS</b>	10
	<b>DOCENTES POSTULANTES</b>	32
<hr/>		

Fuente: Reporte de Solver

De los 32 docentes que postularon para la convocatoria, solo 10 han sido elegidos, llegando a contratar a un 31.25% de docentes que estudiaron en un pedagógico nacional.

### **Tabla 9**

#### *Docentes de pedagógico Particular*

<b>Orden de cursos</b>	<b>Nombre del curso</b>	<b>Pedagógico particular</b>
1	<b>Lenguaje</b>	1
2	<b>Literatura</b>	1
5	<b>Historia y Geografía</b>	1
6	<b>Historia del Perú Contemporáneo</b>	1
7	<b>Economía</b>	1
9	<b>Educación Cívica</b>	1
11	<b>Geografía del Perú y el Mundo</b>	1
15	<b>Tutoría</b>	1
17	<b>Educación Física</b>	1
18	<b>Educación Religiosa</b>	1
24	<b>Botánica</b>	1
27	<b>Anatomía</b>	1
28	<b>Química I y II</b>	1
29	<b>Biología</b>	1

31	<b>Computación</b>	1
	DOCENTES	
	CONTRATADOS	15
	DOCENTES POSTULANTES	32

Fuente: Reporte de Solver

De los 32 docentes que postularon para la convocatoria, solo 15 han sido elegidos, llegando a contratar a un 46.87% de docentes que estudiaron en un pedagógico particular.

**Tabla 10**

*Docentes egresados de una universidad Nacional*

Orden de cursos	Nombre del curso	Universidad nacional
5	<b>Historia y Geografía</b>	1
7	<b>Economía</b>	1
8	<b>Gestión Empresarial</b>	1
9	<b>Educación Cívica</b>	1
10	<b>Psicología</b>	1
12	<b>Educación Familiar</b>	1
14	<b>Filosofía</b>	1
19	<b>Aritmética</b>	1
20	<b>Geometría</b>	1
21	<b>Álgebra</b>	1
25	<b>Zoología</b>	1
26	<b>Ecología</b>	1
27	<b>Anatomía</b>	1
30	<b>Física</b>	1
31	<b>Computación</b>	1
	DOCENTES	
	CONTRATADOS	15
	DOCENTES POSTULANTES	31

Fuente: Reporte de Solver

De los 31 docentes que postularon para la convocatoria, solo 15 han sido elegidos, llegando a contratar a un 48.38% de docentes que egresaron en una universidad nacional.

**Tabla 11**  
*Docentes egresados de una universidad Particular*

Orden de cursos	Nombre del curso	Universidad particular
3	Raz. Verbal	1
4	Inglés	1
6	Historia del Perú Contemporáneo	1
8	Gestión Empresarial	1
9	Educación Cívica	1
11	Geografía del Perú y el Mundo	1
16	Educación Artística	1
21	Álgebra	1
22	Razonamiento Matemático	1
23	Razonamiento Lógico	1
24	Botánica	1
25	Zoología	1
28	Química I y II	1
30	Física	1
32	Física II	1
DOCENTES CONTRATADOS		15
DOCENTES POSTULANTES		30

Fuente: Reporte de Solver

De los 30 docentes que postularon para la convocatoria, solo 15 han sido elegidos, llegando a contratar a un 50% de docentes que egresaron en una universidad particular.

**Tabla 12**

*Docentes egresados de Segunda profesionalización*

Orden de cursos	Nombre del curso	Segunda profesionalización
12	<b>Educación Familiar</b>	1
13	<b>Familia y Civismo</b>	1
15	<b>Tutoría</b>	1
16	<b>Educación Artística</b>	1
17	<b>Educación Física</b>	1
19	<b>Aritmética</b>	1
20	<b>Geometría</b>	1
22	<b>Razonamiento Matemático</b>	1
<b>DOCENTES CONTRATADOS</b>		<b>8</b>
<b>DOCENTES POSTULANTES</b>		<b>11</b>

Fuente: Reporte de Solver

De los 11 docentes que postularon para la convocatoria, solo 8 han sido elegidos, llegando a contratar a un 72.72% de docentes que tienen segunda profesionalización.

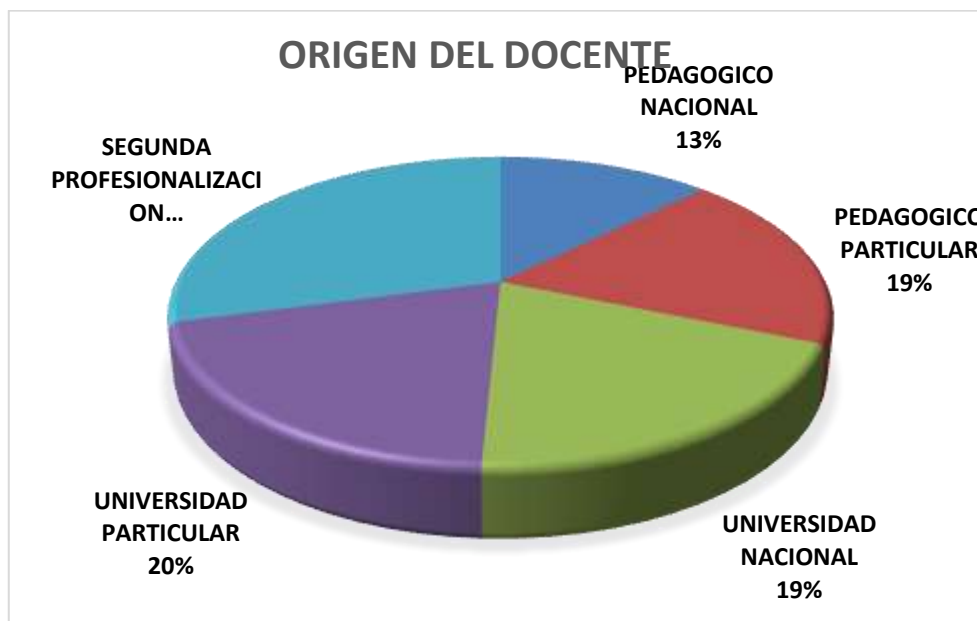


Figura 3: Valores porcentuales de origen de Docente

### 3.4. Evaluación económica financiera

#### Inversión de la propuesta

Tabla13

Resumen de la inversión total

Herramienta de mejora	Costo de Compras (S/.)	Costo de personal o Contratación (S/.)	Costo Total (S/.)
Repotenciar Computadora	1,200.00	1,000.00	2,200.00
Plan de capacitación	-	1,200.00	1,200.00
Materiales, formularios	200.00	-	200.00
<b>Inversión Total</b>			<b>3,600.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Para la realización del respectivo análisis la empresa establece los tiempos para la atención y evaluación de un postulante.



**Tabla 14**

*Tiempo de atención y evaluación de un postulante*

Descripción	Tiempo en minutos
Tiempo antes de la aplicación de un modelo de programación lineal	182.00
Tiempo después de la aplicación de un modelo de programación lineal	62.00
<b>Ahorro</b>	<b>120.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Aplicando la programación lineal en la asignación de plazas docentes, se reduce a ciento veinte minutos el tiempo de atención y evaluación de un postulante, tiempo que será aprovechado para realizar otras actividades.

Ahora para hallar el ahorro mensual se multiplica el total de horas mensuales por 7.0 (dinero que percibe un operario por hora) soles, ahorrando así un total de 1,456.00 soles mensuales.

**Tabla 15**

*Ahorro monetario mensual*

Ahorro diario	120 min/postulante	4 postulantes/día	480 min/día
Ahorro mensual	480 min/día	26 días/mes	12480 min/mes
Ahorro monetario	208 horas	7 soles costo hora laborable	1456 soles

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16**

*Flujo de caja*

<b>Mensual</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Ingresos		1,456.00	1,456.00	1,456.00	1,456.00	1,456.00	1,456.00
Mantenimiento		328.00	328.00	328.00	328.00	328.00	328.00
Inversión	-	3,600.00					
Flujo de caja económico	-	<b>3,600.00</b>	<b>1,128.00</b>	<b>1,128.00</b>	<b>1,128.00</b>	<b>1,128.00</b>	<b>1,128.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Para poder determinar la rentabilidad de la propuesta, se ha realizado la evaluación a través de indicadores económicos: VAN, TIR, y B/C. Se ha seleccionado una tasa de interés de 3.0 % mensual, para los respectivos cálculos, determinado lo siguiente:

**Tabla 17**

*Indicadores económicos*

Tasa mensual	3.00%
VAN Económico	1,565.91
TIR Económico	17%
B/C	1.47

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 17 nos explica que se obtiene una ganancia al día de hoy con valor neto actual de S/1,565.91 y una tasa interna de retorno de 17% (ampliamente superior a la de 3.0%), así mismo nos muestra que el valor del B/C es de 1.47 lo que expresa que la institución educativa. por cada sol invertido, obtendrá un beneficio de 0.47 centavos con la propuesta. Por lo cual se concluye que esta propuesta es factible y rentable para la institución educativa.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Los resultados hallados con el modelo de programación lineal logran optimizar la asignación de plazas docentes en el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua.

Estos resultados se suman al acervo de nuevos conocimientos que el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua, dispone para poder tomar decisiones pertinentes para desenvolverse en este mercado educativo.

El análisis de la situación actual del consorcio educativo particular San Antonio de Padua, es solucionar el problema de investigación que es encontrar una selección óptima de docentes, primando el criterio técnico y con algunos requisitos específicos asimismo cumpliendo las restricciones de recursos establecidos por la institución.

Se propuso un modelo matemático para optimizar la asignación de plazas docentes en el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua, la propuesta planteada se basó en un modelo de programación lineal entera binaria que, bajo ciertas restricciones y con base en la evaluación curricular del área de recursos humanos, proporciona una asignación óptima de docentes en base a una selección del docente con mayor puntaje acumulado. Las restricciones son formuladas por parte de la dirección, se usó la herramienta de Solver para su solución, de la misma forma se observa un trabajo similar en la investigación de **Gonzales y Suarez (2018)**, en la cual con un modelo matemático e implementando una herramienta computacional, se logró optimizar la asignación de horarios y la distribución de la carga laboral de los docentes dentro del Colegio Mixto San Vicente. Utilizando el método manual, el proceso de asignación de horarios se podría tardar entre 40 y 60 días, esto sin garantizar de que la asignación sea correcta y óptima, por otro lado, utilizando el método matemático, el proceso de asignación se tarda menos, realizando la validación pertinente, actualizando la información del año escolar que puede tardar alrededor de tres días, la verificación del modelo podría tomar otros dos o tres días, promediando un tiempo de 5 días aproximadamente, obteniendo un aumento eficaz del 91,66%, de la misma manera en el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua se demoraban 20 días para realizar el proceso de selección, pero ahora con un modelo matemático se logra en apenas dos días, tiempo que ocupa elaborar el modelo lineal y darle solución

generando una eficacia del 90%, valor porcentual cercano a lo logrado por **Gonzales y Suarez**.

Se identificó la asignación adecuada de plazas docentes mediante el modelo de programación lineal, se logró seleccionar los docentes con mayor puntaje, asignando a las plazas vacantes, existieron 136 postulantes para 63 vacantes; la asignación correspondiente se observa en la tabla 7, así mismo de forma semejante el uso de la programación lineal se puede observar en la investigación de **Salto y Benavides (2019)** denominada “Formulación de un modelo de programación lineal entera para la asignación de aulas de clases en una Institución de Educación Superior”, se concluye que : (1) el nivel de utilización del aula G-202, la más grande y equipada de la escuela subió del 30% al 75%, de tal manera que la mayoría de las cátedras de ciencias físicas y matemáticas se dictan en dicha aula, (2) El nivel de utilización del Laboratorio CISCO aumentó un 100% durante la jornada matutina, dada su idoneidad para el dictado de cátedras que requieren el uso constante de computadoras. Anteriormente, este pasaba desocupado en dicha jornada, siendo principalmente utilizado en la jornada nocturna, (3) La satisfacción de los docentes con la asignación de las aulas estuvo en el 90%, la cual es una mejora sustancial con respecto al indicador anterior (20%), en mi investigación realizada en San Antonio de Padua se logró el 100% de cobertura de todas las aulas, es decir las 63 plazas (ver tabla 4 y tabla 8).

En la investigación programación y asignación de horarios de clases universitarias: un enfoque de programación entera de Angélica Sarmiento-Lepesqueur y otros, de la Universidad de La Sabana, Chia, Cundinamarca, Colombia, desarrollaron un modelo lineal de las dos fases del modelo se realizó a través del sistema general de modelaje algebraico (GAMS), versión 23.5, el cual está diseñado específicamente para modelar problemas de programación lineal, no lineal o de entera mixta. Este aplicativo es especialmente útil para problemas que sean grandes y complejos. Además. El tiempo de resolución del problema en el programa fue de 4 segundos aproximadamente para cada una de las corridas, en la investigación realizada para la asignación de plazas docentes usando solver se resolvió en 3,859 segundos, lo que genera una eficiencia del 10.27% del uso del tiempo en la obtención de la solución, esto le da una mejora del uso de respuesta rápida a este tipo de situaciones reales.

Así mismo, Ramiro Javier Saltos Atiencia y Luis Enrique Benavides Castillo, en su investigación formulación de un modelo de programación lineal entera para la asignación de aulas de clases en una institución de educación superior, el modelo se usó para resolver el problema de asignación de aulas de clase a las cátedras impartidas por la Escuela de Computación y Telecomunicaciones de una institución de educación superior, la función objetivo busca maximizar la afinidad total del emparejamiento aula – cátedra respetando las restricciones de capacidad y cruce de horas, lo cual produce una asignación de aulas más equitativa y en menor tiempo de procesamiento.

La asignación de aulas obtenida con el modelo matemático produjo los siguientes indicadores de calidad: el nivel de utilización del aula subió del 30% al 75%, de tal manera que la mayoría de las cátedras de ciencias físicas y matemáticas, en cambio en el modelo desarrollo por mi tesis se logra el 100% del uso de los espacios,

La satisfacción de los docentes con la asignación de las aulas estuvo en el 90%, la cual es una mejora sustancial con respecto al indicador anterior (20%), en el modelo desarrollado por mi tesis se logró el 100% de satisfacción dado que no hubo reclamo de parte de los docentes postulantes dado que el modelo matemático es totalmente imparcial y optimiza el resultado. El tiempo utilizado para la asignación de las aulas fue menor a 2 minutos, comparado con las horas de trabajo manual necesario para la ejecución de la misma tarea, en cambio en mi tesis se logró hacerlo en 3.829 segundos generando una respuesta más inmediata.

Como se puede ver al momento de comparar la investigación realizada con los antecedentes se logra muchas mejoras en el tiempo de procesamiento, en el incremento de la eficiencia, la cobertura de todas las plazas, y no permitiendo reclamo alguno de parte de los postulantes por ser un modelo matemático sin ninguna preferencia.

## 4.2. Conclusiones

1.- El uso de los modelos lineales es diverso, tanto es así que, para dar una mejor posibilidad de lograr optimizar la selección de docentes, se echó mano a esta técnica matemática que usando Solver logrando encontrar la mejor combinación en la asignación de los docentes a cada curso, teniendo el siguiente efecto: descarta toda parcialidad con los postulantes y le da mayor prestigio a la institución educativa además de que los postulantes tienen mayor confianza en los resultados.

2.- La idea de usar un modelo de programación lineal es tener claro el objetivo de la institución educativa, el deseo es que se elija a un equipo de docentes cuyos puntajes genere el mayor valor, es por eso que el modelo seleccionará aquellos docentes que según la evaluación han logrado el mayor puntaje contribuyendo a que la función objetivo logre maximizar la cantidad total del puntaje obtenido en la selección de plazas docentes, es por ello que se logró un puntaje máximo de 1016 puntos, siendo este valor el punto óptimo del resultado del modelo lineal resuelto con Solver.

3.- La asignación de las plazas docentes para cubrir los 32 cursos son como sigue:

Para el curso de lenguaje se va a contratar 2 docentes, 1 de pedagógico nacional y 1 de pedagógico particular.

Para el curso de literatura, se va a contratar 2 docentes, 1 de pedagógico nacional y 1 de pedagógico particular.

Para el curso de razonamiento verbal, se va a contratar 2 docentes, 1 de pedagógico nacional y 1 de universidad particular.

Para el curso de inglés, se va a contratar 1 docente, de universidad particular.

Para el curso de Historia y Geografía, se va a contratar 2 docentes, 1 de pedagógico particular y 1 de universidad particular, y así sucesivamente como se muestra en la Tabla 8 Identificación de la asignación adecuada de plazas docentes.

## REFERENCIAS

- Arnau Grass, J. (1981). *Isenños experimentales en psicología y educación*. Barcelona: E.D.
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*. Colombia: Editorial Pearson. Obtenido de <http://www.Metodologia%20de%20la%20Investigacion%203edición%20Bernal.pdf>
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1995). *Disenos experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Buenos Aires: Amorrortu editores.
- Cuycaposa Rojas, J. (2016). *Optimización en la programación de horarios de editores y asignación de islas de edición, para la post producción Lima, aplicando programación lineal entera*. Lima.
- F.Hillier, & Lieberman, G. J. (1982). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. México.: McGraw-Hill.
- Godino, J., Botanero, C., & Font, V. (2013). *Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas*. Universidad de Granada.
- Gonzales Triana, B. S., & Suarez Londoño, A. M. (2018). *Desarrollo de un modelo de asignación de horarios en el entorno educativo mediante la programación lineal*. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: Edamsa Impresiones.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2006). *Introducción a la Investigación de Operaciones* (8th Edition ed.). México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Julca Lafora, G. M., Malca Quispe, A. K., & Saravia Candiotti, J. M. (2016). *Modelo de programación lineal entera para mejorar la productividad del proceso de obtención y procesamiento goma de tara industria nativa S.AC*. Lima.
- Laroze.A. (1996). *undamentos de la Programación Lineal para profesionales del Sector Forestal. Curso de perfeccionamiento. Pontificia Universidad Católica de Chile. Departamento de Ingeniería Forestal*. Santiago de Chile.
- Lourenço, H. R. (2 de 2002). *Heurísticas adaptativas para el problema de asignación generalizada*. Recuperado el 31 de 10 de 2021, de [http://www.econ.upf.edu/~ramalhin/PDFfiles/2002\\_AEB.pdf](http://www.econ.upf.edu/~ramalhin/PDFfiles/2002_AEB.pdf)
- Ramiro Javier Saltos Atiencia, P. (2019). *Formulación de un modelo de programación lineal entera para la asignación de aulas de clases en una institución de educación superior*.
- Sarmiento-Lepesqueur, A., Torres Ovalle, C., Quintero Araújo, C., & Montoya Torres, J. (2012). *Programación y asignación de horarios de clases universitarias: un enfoque de programación entera*. Panama.
- Taha, H. A. (2012). *Investigación de operaciones* (9 ed.). Mexico, Mexico: Pearson Educación.
- Universidad Mariano Galvez. (2016). *Investigación de operaciones*. Obtenido de <https://proyectoinvestigacionoperaciones.wordpress.com/acerca-de/>
- Valderrama , S. (2013). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta* (Segunda ed.). Lima: Editorial San Marcos.
- Villaruel Figueroa, Juan José, J. J. (2012). *Diseño e implementación de un modelo de programación lineal para optimizar la asignación presupuestal en el proyecto especial de infraestructura PROVIAS DESCENTRALIZADO – MTC*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Weintraub, A. (1975). *Modelos Matemáticos en la Planificación Forestal*. *Revista Ingeniería de Sistemas*. Chile.

## ANEXOS

### Anexo 1: Instrumento de recolección de datos:

Orden de cursos	Nombre del curso	Pedagógico nacional,	Pedagógico particular	Universidad nacional,	Universidad particular,	Segunda profesionalización	Cantidad de Docentes Existentes (Postulantes)
1	Lenguaje	13	15	12	0	0	3
2	Literatura	13	14	0	0	0	2
3	Raz. Verbal	15	13	12	14	0	4
4	Inglés	12	13	14	15	0	4
5	Historia y Geografía	14	15	15	12	0	4
6	Historia del Perú Contemporáneo	12	14	11	13	0	4
7	Economía	13	14	15	13	0	4
8	Gestión Empresarial	12	14	15	16	0	4
9	Educación Cívica	14	15	14	17	0	4
10	Psicología	15	17	16	14	0	4
11	Geografía del Perú y el Mundo	15	16	14	16	0	4
12	Educación Familiar	15	16	17	14	17	5
13	Familia y Civismo	17	14	16	16	16	5
14	Filosofía	16	15	15	12	15	5
15	Tutoría	14	16	14	13	18	5
16	Educación Artística	13	15	16	18	16	5
17	Educación Física	15	16	14	15	17	5
18	Educación Religiosa	18	17	16	15	14	5
19	Aritmética	12	16	19	16	16	5
20	Geometría	14	17	17	16	17	5
21	Álgebra	13	14	17	18	16	5
22	Razonamiento Matemático	15	17	16	19	18	5
23	Razonamiento Lógico	12	16	16	17	0	4
24	Botánica	14	17	15	18	0	4
25	Zoología	18	15	16	17	0	4
26	Ecología	17	16	11	12	0	4
27	Anatomía	18	16	14	13	0	4
28	Química I y II	16	17	16	18	0	4
29	Biología	19	18	16	15	0	4
30	Física	12	14	16	15	0	4
31	Computación	14	15	16	13	0	4
32	Física II	17	16	16	18	0	4
	Total	32	32	31	30	11	136

*Fuente.* Oficina de Recursos humanos.



<b>Orden de cursos</b>	<b>Nombre del curso</b>	<b>Profesores máximo por contratar</b>
1	Lenguaje	2
2	Literatura	2
3	Raz. Verbal	2
4	Ingles	1
5	Historia y Geografía	2
6	Historia del Perú Contemporáneo	2
7	Economía	2
8	Gestión Empresarial	2
9	Educación Cívica	3
10	Psicología	1
11	Geografía del Perú y el Mundo	2
12	Educación Familiar	2
13	Familia y Civismo	2
14	Filosofía	2
15	Tutoría	2
16	Educación Artística	2
17	Educación Física	2
18	Educación Religiosa	2
19	Aritmética	2
20	Geometría	2
21	Álgebra	2
22	Razonamiento Matemático	2
23	Razonamiento Lógico	1
24	Botánica	2
25	Zoología	3
26	Ecología	2
27	Anatomía	3
28	Química I y II	2
29	Biología	2
30	Física	2
31	Computación	2
32	Física II	1
	Total	63

<b>Formación profesional</b>	<b>Postulantes</b>
Pedagógico nacional	32
Pedagógico particular	32
Universidad nacional	31
Universidad particular	30
Segunda profesionalización	41
<b>Total</b>	<b>136</b>

## Anexo 2: Juicio de Expertos

Señor(a) ..... Presente.-

Orden de cursos	Nombre del curso	Contratos Mínimos
1	Lenguaje	1
2	Literatura	1
3	Raz. Verbal	1
4	Ingles	1
5	Historia y Geografía	1
6	Historia del Perú Contemporáneo	1
7	Economía	1
8	Gestión Empresarial	1
9	Educación Cívica	1
10	Psicología	1
11	Geografía del Perú y el Mundo	1
12	Educación Familiar	1
13	Familia y Civismo	1
14	Filosofía	1
15	Tutoría	1
16	Educación Artística	1
17	Educación Física	1
18	Educación Religiosa	1
19	Aritmética	1
20	Geometría	1
21	Álgebra	1
22	Raz. Matemático	1
23	Raz. Lógico	1
24	Botánica	1
25	Zoología	1
26	Ecología	1
27	Anatomía	1
28	Química I y II	1
29	Biología	1
30	Física	1
31	Computación	1
32	Física II	1
	Total	<b>32</b>

Tengo el agrado de dirigirme a Ud., para saludarlo(a) cordialmente y a la vez manifestarle que, conocedores de su trayectoria académica y profesional, molestamos su atención al elegirlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento que pretendemos

utilizar en la Tesis para optar el título de Ingeniero industrial, por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte.

El instrumento tiene como objetivo recoger información por lo que, con la finalidad de determinar la validez de su contenido, solicitamos marcar con una X el grado de evaluación a los indicadores para los ítems del instrumento, de acuerdo a su amplia experiencia y conocimientos. Se adjunta el instrumento y la matriz de operacionalización de la variable considerando dimensiones, indicadores, categorías y escala de medición.

Agradecemos anticipadamente su colaboración y estamos seguros que su opinión y criterio de experto servirán para los fines propuestos.

Atentamente,

### Anexo 3: Informe de opinión de expertos del instrumento de investigación

#### I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y nombres del Experto:.....
- 1.2.Grado Académico.....
- 1.3Profesión:.....
- 1.4.Institución donde labora:.....
- 1.5.Cargo que desempeña.....
- 1.6 Años de experiencia.....

**Breve explicación de la variable:** La autoestima puede conceptualizar como: Es un sentimiento hacia uno mismo, que puede ser positivo o negativo, el cual se construye por medio de una evaluación de las propias características y puede ser dividida en positiva y negativa.

La calificación que varía de 1 a 5 donde:

1 : Muy Malo 2 : Malo 3 Regular 4 : Bueno 5 : Muy Bueno

<b>INDICADOS DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS</b>	<b>DE CRITERIOS</b>	1	2	3	4	5
	Sobre los ítems del instrumento					
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión					
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles					
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría					
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable					
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados					
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento					
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>						
<b>SUMATORIA TOTAL</b>						

### III. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN

1. 3.1. Valoración total cuantitativa: \_\_\_\_\_

2. 3.2. Opinión: FAVORABLE \_\_\_\_\_ DEBE MEJORAR \_\_\_\_\_

NO FAVORABLE \_\_\_\_\_

3.3.3.Observaciones:

---

---

---

---

Firma del evaluador





			Personas asignadas a las vacantes (Laurenco,2002)	Número de personas asignadas a las vacantes
Variable Dependiente:	El modelo de asignación clásico se ocupa de compaginar a los trabajadores (con diversas habilidades) con los trabajos. Presumiblemente, la variación de la habilidad afecta el costo de completar un trabajo. La meta es determinar la asignación de costo mínimo de los trabajadores a los trabajos. El modelo de asignación general con n trabajadores y n trabajos. ( Taha, 2012)	El modelo consiste en optimizar la asignación de plazas docentes en el Consorcio Educativo Particular San Antonio de Padua		
<b>Asignación</b>			Cobertura de plazas vacantes (Laurenco,2002)	Numero de cobertura de plazas vacantes

---

*Fuente.* Elaboración propia

### Anexo 5: Diagrama de Gantt

TAREAS	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Planificación	■	■	■																																	
Organización			■	■	■																															
Elaboración del proyecto					■	■																														
Elaboración de instrumentos de recolección de información						■	■	■	■	■	■	■	■	■																						
Recolección de información														■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
Procesamiento de información																						■	■	■	■	■	■	■	■	■						
Redacción del informe final																														■	■	■	■	■		

Presentación y sustentación del informe final																																				
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente. Elaboración propia