

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE POSTGRADO**

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN LOGÍSTICA Y TRANSPORTE, MENCIÓN MODELOS
DE OPTIMIZACIÓN”**

TEMA:

DISEÑO DE UN MODELO MATEMÁTICO APLICADO A LA
OPTIMIZACIÓN EN LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS FINANCIEROS EN
LOS CANTONES DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.

AUTOR:

ING. JAIME PAÚL GUNSHA GORDILLO

Guayaquil - Ecuador

2018

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, por ser el pilar fundamental en mi orientación y formación profesional, en especial a mi abuela Carmen, quien a pesar de nuestra distancia física, siempre está apoyándome en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme llegar a este importante momento en mi vida y darme fuerzas para superar dificultades.

A mis padres, por sus sabios consejos que me han enseñado a no rendirme y siempre perseverar.

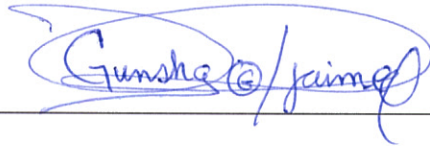
A mi hermano, por sus palabras de optimismo y apoyo incondicional en todo momento durante las adversidades que hemos vivido.

A mi tutora, M.Sc. Brenda Cobeña Terán, quien ha aportado con sus valiosos conocimientos.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente para la realización de este Proyecto de Titulación.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente; el Patrimonio Intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Postgrados** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.



Ing. Jaime Paúl Gunsha Gordillo

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ph.D. Francisco Xavier Vera Alcívar.
PRESIDENTE



M.Sc. Brenda Denisse Cobeña Terán.
DIRECTORA



M.Sc. Pedro Senatore Ramos De Santis.
VOCAL



M.Sc. Víctor Alejandro Vega Chica.
VOCAL

AUTOR DEL PROYECTO



Ing. Jaime Paúl Gunsha Gordillo

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I JUSTIFICACIÓN, PROBLEMÁTICA, OBJETIVOS	1
1.1 Justificación.....	1
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Alcance	6
1.5 Base legal	6
1.5.1 Estructura presupuestaria del ingreso	7
1.5.2 Preparación del proyecto de presupuesto.....	7
1.5.3 Techo presupuestario.....	8
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	10
2.1 Problema del transporte	10
2.2 Problema de transbordo	13
2.3 Problema de asignación	15
2.4 Revisión de la literatura	16
2.5 Características del modelo de asignación.....	24
2.5.1 Elementos del problema de asignación	25
2.5.2 Diferencias entre el modelo de transporte y asignación	26
2.5.3 Modelo Binario.....	27
2.5.4 Teorema fundamental del modelo de asignación	29
2.5.5 Primer teorema.....	30
2.5.6 Segundo teorema.....	30
2.5.7 Importancia de los teoremas del modelo de asignación	31
CAPÍTULO III DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	32
3.1 Situación actual de la provincia del Guayas.....	32
3.2 Demografía y densidad poblacional.....	34
3.3 Densidad poblacional de los cantones de la provincia del Guayas.....	36
3.3.1 Densidad Poblacional bruta	36
3.3.2 Densidad Poblacional parcial	36
3.3.3 Densidad Poblacional Neta	36
3.4 Resiliencia de la provincia del Guayas	38

3.5	Cantones más vulnerables de la provincia del Guayas	39
3.5.1	Componentes de la vulnerabilidad.....	40
3.5.1.1	Estimación de la Vulnerabilidad Económica	41
3.5.1.2	Estimación de la Vulnerabilidad Social.....	43
3.5.1.3	Estimación de la Vulnerabilidad Ambiental	45
3.6	Sinergia.....	46
3.6.1	Tipos de sinergia	47
3.6.1.1	Sinergia beneficio o impacto.....	47
3.6.1.2	Sinergia de recursos	47
3.6.1.3	Sinergia técnica	47
3.7	Distribución de la riqueza	48
3.7.1	Criterios para la distribución de recursos	49
3.7.2	Jerarquización de los cantones del Provincia	50
3.8	Curva de Lorenz.....	51
3.9	Coeficiente de Gini.....	52
3.10	Recursos Financieros del Gobierno Provincial del Guayas 2017	54
3.10.1	Presupuesto de ingresos y gastos del GAD del Guayas 2017	54
3.10.2	Matriz de Proyectos POA-PAC 2017 GAD del Guayas.....	56
3.10.3	Portafolio de proyectos POA-PAC 2017 GAD del Guayas	58
3.10.4	Proyectos asignados a los cantones de la Provincia del Guayas.....	60
CAPÍTULO IV MODELO DE OPTIMIZACIÓN		61
4.	Introducción	61
4.1	Diseño del Modelo matemático.....	62
4.2	Definición de las variables.....	63
4.2.1	Conjuntos	63
4.2.2	Parámetros.....	63
4.2.3	Variables de decisión	63
4.2.4	Variables de estado.....	64
4.3	Función objetivo.....	64
4.3.1	Restricciones	64
4.4	Modelización en GAMS	67
4.4.1	DATA.....	68
4.5	Resultados.....	71
4.5.1	Recursos Financieros asignados a cada cantón del GAD Guayas.....	71
4.5.2	Recursos Financieros asignados a cada Dirección Provincial del GPG.....	72
4.5.3	Recursos Financieros asignados a cada Programa del GPG.....	73
4.6	Sinergia en la asignación de proyectos a cantones.....	75

CAPÍTULO V	76
5. Conclusiones y recomendaciones	76
BIBLIOGRAFÍA	79
ANEXOS.....	81
A. Detalle de programas propuestos del GAD del Guayas 2017	82
A.1 Continuación del anexo “A”	83
A.2 Continuación del anexo “A.1”	84
B.1 Continuación del Anexos B	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Evolución del Presupuesto General del Estado 2007 – 2016	4
Figura 2 Evolución del Presupuesto Gobierno Provincial del Guayas 2015-2018	9
Figura 3 Matriz del problema de transporte	11
Figura 4 Representación gráfica del modelo de trasbordo.....	13
Figura 5 Mapa del Guayas, área social, económica y ambiental.	39
Figura 6 Vulnerabilidad económica del Guayas.....	42
Figura 7 Vulnerabilidad social del Guayas.....	44
Figura 8 Vulnerabilidad ambiental del Guayas.....	45
Figura 9 Curva de Lorenz	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Estructura Presupuestaria del Ingreso de los GAD	7
Tabla 2	Presupuesto del Gobierno Provincial del Guayas 2015-2018	8
Tabla 3	Diferencia entre modelos de transporte y asignación	26
Tabla 4	Presupuesto 2017 asignado a GAD.....	33
Tabla 5	Reducción del presupuesto asignado a los GAD - 2017	33
Tabla 6	Demografía y Densidad poblacional del Guayas	34
Tabla 7	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas del Guayas.....	35
Tabla 8	Densidad poblacional de los cantones de la provincia del Guayas	37
Tabla 9	Escala de vulnerabilidades	40
Tabla 10	Parámetros para la distribución de recursos por nivel de Gobierno	49
Tabla 11	Jerarquización de los cantones de la Provincia del Guayas.....	50
Tabla 12	Prioridad de las zonas vulnerables de la Provincia del Guayas.....	50
Tabla 13	Características de la curva de Lorenz	51
Tabla 14	Coeficiente de Gini a Nivel Nacional.....	53
Tabla 15	Coeficiente de Gini – Principales ciudades del Ecuador	53
Tabla 16	Presupuesto de Ingreso GAD-Guayas 2017	54
Tabla 17	Presupuesto de Gastos GAD-Guayas 2017	55
Tabla 18	Presupuesto Neto Institucional 2017	56
Tabla 19	Matriz de Proyectos POA-PAC 2017 Direcciones Provinciales GPG.....	57
Tabla 20	Presupuesto del Portafolio de cada programa	59
Tabla 21	Proyectos asignados a los GAD Provinciales del Guayas.	60
Tabla 22	Proyectos y recursos financieros asignados a cada cantón	71
Tabla 23	Proyectos y recursos financieros asignados a las Direcciones Provinciales del GPG 2017	72
Tabla 24	Proyectos y recursos financieros asignados a programas del GPG 2017.....	74
Tabla 25	Sinergia simulada en la asignación de programas a los cantones del Guayas.....	75
Tabla 26	Recursos Financieros disponibles.....	76
Tabla 27	Programas asignados a cantones en orden de prioridad.....	77

ABREVIATURAS O SIGLAS

AD	: Administración Directa.
BDE	: Banco de Desarrollo del Ecuador.
CIIFEN	: Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño
CONCEGUA	: Concesionaria del Guayas
CONGOPE	: Consorcio de Gobiernos Parroquiales del Ecuador.
CONSTRUGUAYAS	: Empresa Pública de Construcciones del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas.
CONORTE	: Concesionaria de las vías del Norte del Guayas.
COOTAD	: Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.
COPFP	: Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas.
CS	: Centro de Salud.
FONASA	: Fondo Nacional de Salud.
GAD	: Gobierno Autónomo Descentralizado.
GAMS	: General Algebraic Modelling System.
GPG	: Gobierno Provincial del Guayas.
INVERGUAYAS	: Empresa Pública de Inversiones del Guayas.
LOEP	: Ley Orgánica de Empresas Públicas.
MEF	: Ministerio de Economía y Finanzas.
MET	: Modelo de Equidad Territorial.
MIP	: Mixed Integer Programming

NBI	: Necesidades Básicas insatisfechas.
ONG	: Organizaciones No Gubernamentales
POA	: Plan Operativo Anual.
PAC	: Plan Anual de Contratación
PGE	: Presupuesto General del Estado.
SGR	: Secretaría de Gestión de Riesgos

RESUMEN

El presente trabajo investigativo tiene como objetivo asignar recursos financieros a los cantones de la provincia del Guayas, por medio de un modelo matemático MIP por sus siglas en inglés mixed integer programming o programación entera mixta, mediante el cual se prioricen los cantones de mayor densidad poblacional de tal manera que la inversión no exceda el presupuesto institucional del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas para el año 2017. Se analizarán factores importantes como las necesidades básicas insatisfechas, la vulnerabilidad, resiliencia y sinergia en la ejecución de cada uno de los proyectos solicitados por los cantones de la provincia del Guayas. En virtud de la necesidad provincial se priorizan cantones basados en las principales zonas delimitadas en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2016 – 2021 independientemente de la magnitud que representen los mismos. Se plantea el modelo matemático en GAMS por sus siglas en inglés General Algebraic Modelling System o Sistema de Modelación Algebraica General, el mismo que maximizará los proyectos en función de los recursos financieros y la ponderación asignada a la inversión realizada. De la simulación generada se obtuvieron resultados favorables, optimizando el presupuesto institucional, de tal manera que se mantenga la relación de los proyectos asignados a los Cantones, Direcciones Provinciales y a sus respectivos programas. Se concluyó que este modelo matemático de programación entera mixta, redujo la inversión asignada y la diferencia será destinada a otros proyectos no presupuestados.

Palabras claves

MIP, vulnerabilidad, resiliencia, sinergia, GAMS, proyectos, inversión, presupuesto.

ABSTRACT

This research Project aims to assign financial resources to the cantons of the province of Guayas, through a mathematical model mixed integer programming that prioritizes the cantons of higher population density, therefore financial investment does not exceed the institutional budget of the Provincial Autonomous Decentralized Government of Guayas for the period 2017. Important factors will be analyzed, such as the unsatisfied basic needs, vulnerability, resilience and interaction in the execution of each one of the projects demanded by the cantons of the province of Guayas. By virtue of the provincial needs, cantons based on the main zones defined in the Development and Territorial Organization 2016 – 2019 are prioritized, nevertheless of the extent they represent. A mathematical model in GAMS is proposed, which will maximize the projects based on financial resources and the indorsed given to the investment made. Favorable results were obtained from generate model by optimizing the institutional budget which pursue the relation of the projects assigned to the cantons, provincial committee and the corresponding programs. It was concluded that this mathematical model mixed integer programming reduced the assigned investment and the difference will be aimed to the other unbudgeted projects.

Keywords

MIP, vulnerability, resilience, synergy, GAMS, projects, investment, budget

CAPÍTULO I

JUSTIFICACIÓN, PROBLEMÁTICA, OBJETIVOS

1.1 Justificación

La asignación de recursos financieros es un proceso muy complejo, tanto en el sector público como en el privado, siendo el primero el más sensible en la ejecución de los proyectos de cada entidad, en virtud de que el presupuesto asignado depende de las recaudaciones anuales que el Estado ecuatoriano emite a través del Ministerio de Finanzas a nivel nacional para las entidades públicas entre ellas a los Gobiernos Autónomos Descentralizados¹.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados del Ecuador (GAD), desde sus inicios han sido los gestores inmediatos de la realización de obras en cada una de sus provincias, teniendo en cuenta el alto número de proyectos requeridos por cada uno de sus respectivos cantones, juntas parroquiales y demás jurisdicciones. De esta manera es deber de cada GAD Provincial realizar la mayor cantidad de obras en base a la cantidad demandada en la ejecución de obras, por cada uno de sus cantones y juntas parroquiales; priorizando aquellas que son determinadas como urgentes, que por su naturaleza no pueden esperar más tiempo del solicitado y necesitan atención inmediata; por lo general este tipo de necesidades están comprendidas por campañas de salud, mantenimiento asfáltico de varias vías de primero y segundo orden, construcción de puentes Bailey², proyectos sociales, deportivos, ambientales, institucionales e interinstitucionales, entre otros.

¹ **Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD):** son entidades que pertenecen al sector público no financiero, amparados en el artículo 238 de la Constitución de la República del Ecuador, gozando de autonomía política, administrativa y financiera a nivel provincial, municipal y parroquial rural, cuya finalidad principal es impulsar el desarrollo territorial acorde a sus competencias.

² **Puentes Bailey:** es un tipo de puente metálico, modular, prefabricado utilizado para transportar mercadería de un lugar a otro, beneficiando al comercio de los ciudadanos del sector.

Cada uno de los proyectos en mención, deben ejecutarse en base a la prioridad o urgencia de los mismos en cada cantón y/o juntas parroquiales, de igual manera aquellos (proyectos) que como Gobierno Provincial del Guayas³, necesitan ser realizados como parte Institucional de toda empresa pública. Por tal motivo, el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas, en su afán de cumplir con todos los proyectos antes citados, debe optimizar el presupuesto Institucional de tal manera que se asigne el óptimo recurso financiero para cada obra, en base a las necesidades de cada uno de los cantones, siendo priorizados; puesto que no todos los proyectos demandados se pueden ejecutar dentro de un año fiscal, así mismo se debe considerar que la densidad poblacional⁴ es directamente proporcional al número de obras a realizarse, sin desmerecer las solicitudes requeridas por cantones con densidad menor a la media poblacional. En virtud de lo expuesto, es importante diseñar un modelo matemático que optimice la asignación de los recursos financieros del Gobierno Provincial del Guayas y permita mejorar el nivel de cumplimiento en la ejecución de proyectos a cada uno de los cantones de la provincia, priorizándolos, manteniendo la sinergia⁵ entre procesos que beneficio de los ciudadanos guayasenses.

Para el año 2016, el H. Consejo Provincial del Guayas aprobó el presupuesto Institucional de \$230,215,091.43 (DOSCIENTOS TREINTA MILLONES DOSCIENTOS QUINCE MIL NOVENTA Y UN DÓLARES CON 43/100 DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA), recurso asignado por parte del Gobierno Central para el Gobierno Provincial con una reducción del 23% en el presupuesto del próximo año en curso, mismo que se asignó a la ejecución de obras tales como: vialidad, riego y drenaje, así como también continuar con los proyectos de escuelas de fútbol y el Centro Integral de Equinoterapia. (1)

³ **Gobierno Provincial del Guayas (GPG):** entidad denominada Prefectura del Guayas, administra la Provincia más poblada del Ecuador, abarca 25 cantones en la zona costera suroeste del país.

⁴ **Densidad poblacional:** relación que existe entre la cantidad de personas que habitan en un territorio y la extensión de este, es decir el promedio de habitantes de un país, región, área urbana o rural.

⁵ **Sinergia:** es un trabajo en coordinación para realizar una determinada tarea logrando un efecto superior al que se conseguiría con la suma de los logros individuales.

En virtud de la complejidad de la asignación de recursos financieros por el GAD Provincial del Guayas para sus cantones en el año 2017, se requiere de un modelo matemático que permita optimizar y sistematizar dicho recurso en función de los proyectos a ejecutarse en un año determinado, beneficiando a los ciudadanos guayasenses. Este modelo matemático se ajusta a todas las entidades Públicas en particular que deseen optimizar sus recursos financieros.

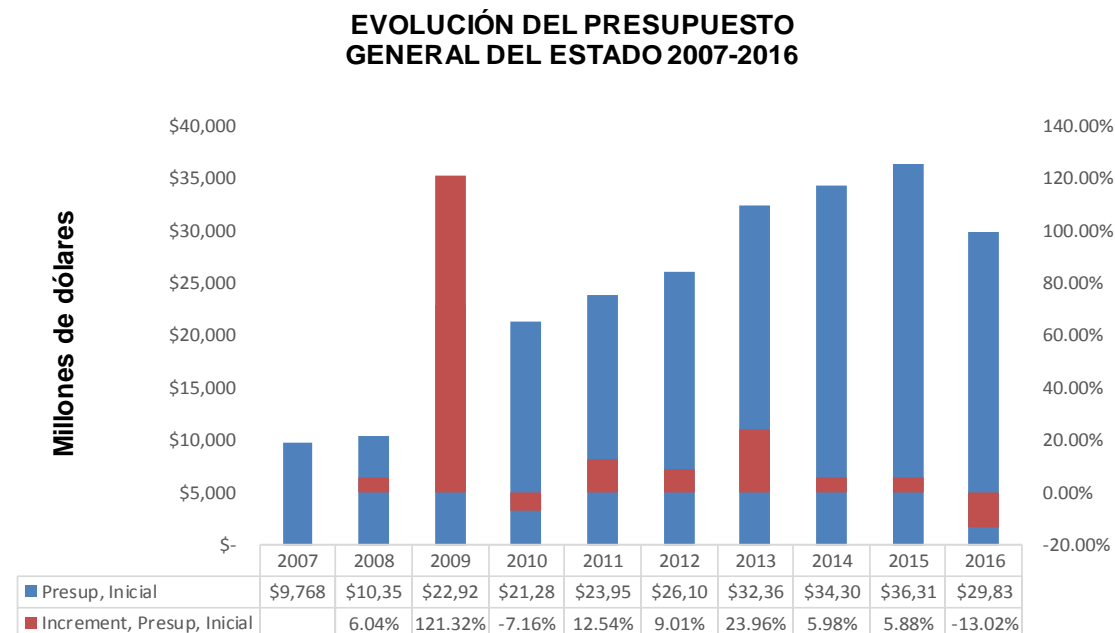
1.2 Planteamiento del problema

En la provincia del Guayas existen varios cantones que necesitan mantenimiento o rehabilitación de las vías principales, caminos vecinales, así como también la asignación de brigadas médicas, capacitaciones a los diferentes sectores productores y demás proyectos solicitados por cada uno de los cantones al GAD Provincial del Guayas. Los Municipios cantonales anualmente desean se realice mayor inversión en cada una de sus jurisdicciones, sobre todo en sectores donde el invierno afecta demasiado al agricultor en la cosecha, como consecuencia de aquello la insalubridad que se genera y la dificultad en el transporte terrestre que impide acudir a los lugares más afectados.

En el año 2016, el Presupuesto General del Estado se redujo en un 9.80%, lo cual repercutió también en el presupuesto destinado a los GAD, los mismos que priorizaron proyectos solicitados por los diferentes municipios cantonales. A mediados del primer cuatrimestre en el Ecuador se suscitó el terremoto, motivo por el cual el GAD del Guayas, realizó mayor inversión en salud a la provincia de Manabí siendo la más afectada, de tal manera que la mayor cantidad de obras solicitadas al Gobierno Provincial no fueron atendidas en su totalidad.

En resumen, la **Figura 1** representa la evolución del Presupuesto General del Estado, desde el año 2007 hasta el año 2016.

Figura 1 Evolución del Presupuesto General del Estado 2007 – 2016



Elaborador por: Ing. Paúl Gunsha G.

El ahorro que tuvo el Gobierno Provincial del Guayas fue mínimo, el mismo que le sirvió también para cubrir las necesidades Institucionales, afectando considerablemente en los proyectos propuestos en el Plan Operativo Anual⁶, por las Direcciones y Coordinaciones pertinentes.

Diariamente los diferentes cantones y juntas parroquiales solicitan se ejecuten todos los proyectos posibles en sus jurisdicciones, los mismos que no todos son atendidos en su totalidad, por concepto de priorizarlos, optimizando el presupuesto destinado anualmente por el Gobierno Central, dando cumplimiento a la normativa legal vigente del Código Orgánico de Organización Territorial (COOTAD⁷) en la asignación de recursos financieros a los diferentes cantones por su tamaño, densidad poblacional e índice de necesidades básicas insatisfechas.

⁶ **Plan Operativo Anual (POA):** es una herramienta de planificación de todas las acciones a realizarse en las unidades de una institución, permitiendo optimizar el uso de los recursos disponibles en el cumplimiento de los objetivos y metas trazadas en cada proyecto.

⁷ **COOTAD:** su finalidad es garantizar la autonomía política, administrativa y financiera del Estado ecuatoriano, habiendo logrado la asignación presupuestaria para los Gobiernos Autónomos Descentralizados, el 21% de los recursos permanentes y el 10% de los no permanentes.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un modelo matemático aplicado a la asignación óptima de recursos financieros destinados a proyectos de inversión en los cantones de la Provincia del Guayas, con un enfoque económico, social y medioambiental.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Establecer una línea base sobre las necesidades y la distribución actual de recursos financieros en la provincia del Guayas.
- ✓ Identificar las principales variables que permitan resolver la problemática de distribución óptima de recursos bajo un enfoque económico, social y medioambiental.
- ✓ Diseñar un modelo matemático que determine la asignación óptima de recursos financieros.
- ✓ Implementar el modelo matemático de optimización en GAMS⁸.
- ✓ Asignar recursos financieros a los cantones de la provincia del Guayas, en función del más prioritario.
- ✓ Realizar el análisis cuantitativo de la simulación generada.

⁸ **GAMS**: Software de optimización que permite modelar problemas lineales, no lineales y mixtos más complejos, con el objetivo de obtener el óptimo posible en las simulaciones realizadas.

1.4 Alcance

El modelo matemático propuesto beneficiará a todos los cantones de la Provincia del Guayas, priorizando cada uno de los proyectos de inversión requeridos por los diferentes GAD Provinciales, atendiendo los objetivos sociales, ambientales y económicos de los ciudadanos guayasenses, obteniendo mejoras en el cumplimiento de entrega de las obras solicitadas y a su vez establecer diferentes escenarios a priori y posteriori en la asignación de recursos financieros de tal manera que se optimice el presupuesto del Gobierno Provincial del Guayas.

1.5 Base legal

El GAD Provincial del Guayas como entidad pública, está ligada a Leyes gubernamentales ecuatorianas vigentes para el cumplimiento de sus actividades Institucionales establecidas y la ejecución de proyectos solicitados por cada uno de los GAD Provinciales. Para el funcionamiento, dentro del ámbito de sus competencias referente a la asignación de recursos financieros, se tiene el siguiente marco jurídico:

1. Constitución Política del Ecuador del 2008: Capítulo Tercero título la República Gobiernos Autónomos Descentralizados y Régimen Especial Art. 252. Capítulo Cuarto Régimen de Competencias, Art. 263.
2. Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización, publicado en el Registro Oficial No. 303 del 19 de octubre del 2010.
3. Ley Orgánica de Empresas Públicas publicada en el Registro Oficial No. 48 al 18 de octubre del 2009.
4. Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas, publicada en el Registro Oficial No. 306 del 22 de octubre del 2010.

1.5.1 Estructura presupuestaria del ingreso

En la **Tabla 1** indica que los Gobiernos Autónomos Descentralizados para gestionar la cartera de proyectos durante cierto periodo deben establecer el presupuesto institucional de la siguiente manera:

Tabla 1 Estructura Presupuestaria del Ingreso de los GAD.

Estructura presupuestaria del ingreso de los Gobiernos Autónomos Descentralizados		
Ingresos corrientes	Ingresos de Capital	Ingresos de Financiamiento
Se reciben de manera	Se reciben de manera temporal.	Fuentes adicionales de recursos financieros.
Ej: Arrendamiento	Ej: Venta de maquinaria	Ej: Préstamos, saldos de ejercicios fiscales

Elaboración propia.

1.5.2 Preparación del proyecto de presupuesto

El COOTAD, dentro del capítulo VII Presupuesto de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Sección Cuarta Formulación del Presupuesto, en su Art. 233 - Programación del Presupuesto- señala que: *“Todas las dependencias de los gobiernos autónomos descentralizados deberán preparar antes del 10 de septiembre de cada año, su plan operativo anual y el correspondiente presupuesto para el año siguiente, que contemple los ingresos y egresos de conformidad con las prioridades establecidas en el plan de desarrollo y ordenamiento territorial y bajo los principios de la participación definidos en la Constitución y la Ley”* (2)

Las transferencias del Presupuesto General del Estado a los GAD se podrán financiar hasta el 30% de los gastos permanentes y un mínimo de gastos no permanentes necesarios para el ejercicio de sus competencias exclusivas con base en la planificación de cada GAD provincial y municipal. Las transferencias provenientes del 10% de los ingresos no permanentes del PGE, financiarán egresos no permanentes, amparado en el artículo 198 del COOTAD. (3)

1.5.3 Techo presupuestario

El techo presupuestario se orienta a la optimización de los ingresos y gastos, considerando los límites de financiamiento por parte de cada uno de los GAD provinciales, priorizando las inversiones en términos de eficiencia y eficacia. El presupuesto Institucional está en función de las asignaciones gubernamentales que apruebe el Ministerio de Finanzas del Ecuador para el Gobierno Provincial del Guayas y *“los proyectos de presupuesto que no se ajusten a los techos presupuestarios serán devueltos y solo se recibirán cuando se ajusten al mismo, para lo cual se deberá respetar la fecha máxima de entrega.”* (4)

La Dirección Provincial Financiera del Gobierno Provincial del Guayas es el área destinada a emitir el informe final del presupuesto institucional para cada año, en virtud de lo recaudado en el año anterior por medio de ingresos por cuentas corrientes, capital y el financiamiento que se adquiere para determinados proyectos que representan mayor impacto en la gestión administrativa.

En la **Tabla 2** se exponen los valores adquiridos por parte del Gobierno Provincial del Guayas, para el cumplimiento de sus objetivos institucionales a nivel provincial. El presupuesto será ajustado a cada uno de los proyectos asignados para la ejecución de obras en función de los recursos disponibles para cada cantón.

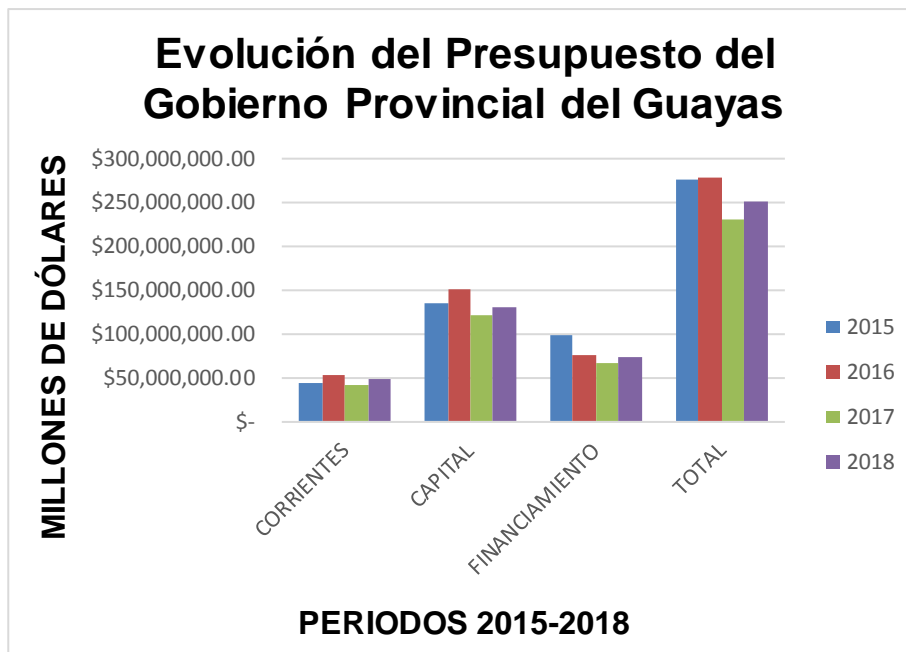
Tabla 2 Presupuesto del Gobierno Provincial del Guayas 2015-2018

PRESUPUESTO DEL GOBIERNO PROVINCIAL DEL GUAYAS PERIODOS 2015-2018				
INGRESOS	2015	2016	2017	2018
CORRIENTES	\$ 43,360,896.10	\$ 52,316,931.86	\$ 42,255,300.32	\$ 47,851,800.58
CAPITAL	\$ 135,818,363.28	\$ 150,017,665.43	\$ 121,105,342.88	\$ 129,776,711.59
FINANCIAMIENTO	\$ 98,323,308.62	\$ 76,294,901.71	\$ 66,854,448.23	\$ 73,263,353.76
TOTAL	\$ 277,504,583.00	\$ 278,631,515.00	\$ 230,217,108.43	\$ 250,893,883.93

Elaboración propia

A continuación, en la **Figura 2** gráficamente se evidencia que en el año 2016 se obtuvo mejores ingresos que permitieron cubrir la mayor cantidad de obras solicitadas.

Figura 2 Evolución del Presupuesto Gobierno Provincial del Guayas 2015-2018



Elaboración propia

Los datos tomados del actual año de administración en el GAD del Guayas, reflejan mayor escala en los valores de capital de hasta \$150,000,000 aproximadamente, recibiendo menores ingresos durante el año 2017, motivo por el cual se ajustaron los presupuestos en todos los proyectos a ejecutarse durante ese año, a causa del capital recibido por el Gobierno Estatal en virtud de la situación económica del Ecuador en aquel entonces.

Los cantones de la provincia del Guayas, en su mayoría se ajustaron también sus proyectos en sus jurisdicciones cantonales, algunos proyectos fueron ejecutados en fechas posteriores sin dejar de atender las necesidades viales, sociales, y ambientales por parte de los cantones de la Provincia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

La investigación de operaciones tiene como principio optimizar los recursos disponibles en función del costo que tiene una actividad desde donde se genera la actividad hasta donde termina, en su mayoría hasta el consumidor final si se trata de un problema de asignar operaciones.

Entre los modelos matemáticos de optimización que guardan relación con este trabajo investigativo se tiene a los problemas de transporte, trasbordo y asignación, los mismos que tienen similares características en la modelización, por tratarse de modelos de programación entera mixta (Mixed linear integer programming, MIP por sus siglas en inglés), siendo su característica principal el hecho que requieren el uso de variables binarias, las mismas que asignas al parámetro de decisión valores de 1 si la actividad se realiza y 0 en caso contrario. Por tal motivo se definirán cada uno de los problemas citados, estableciendo la diferencia entre ellos, de tal manera que se elija el modelo matemático que se ajuste a la gestión que realiza el GAD Provincial del Guayas.

2.1 Problema del transporte

El problema de transporte surge de las restricciones que presentan al movilizarse de un lugar a otro con cierta cantidad de productos en un tiempo determinado. Este modelo tiene como objetivo determinar la cantidad que se enviará desde los orígenes hacia los destinos, satisfaciendo la demanda de cada destino sin superar la oferta en cada origen, de tal manera que se minimice el costo total, ocupando la máxima capacidad del vehículo y disminuyendo el número de viajes.

En la **Figura 3** se grafica la estructura del problema de transporte en función del costo relacionado con la cantidad a trasportar desde los orígenes hacia los destinos satisfaciendo la demanda requerida.

Figura 3 Matriz del problema de transporte

Destinos	Orígenes				Capacidad
	O_1	O_2	.....	O_n	
D_1	C_{11} x_{11}	C_{12} x_{12}	.....	C_{13} x_{13}	C_1
D_2	C_{21} x_{21}	C_{22} x_{22}	.....	C_{23} x_{23}	C_2
.....
D_m	C_{m1} x_{m1}	C_{m2} x_{m2}	.....	C_{mn} x_{mn}	C_n
Demanda	R_1	R_2	.....	R_n	$R_n = D_n$

Elaboración propia

En este esquema:

m = Número de orígenes o fábricas de producción.

n = Número de destinos donde se entrega el producto terminado para el consumo.

O_i = La cantidad de oferta del producto en el origen i .

D_j = La cantidad de demanda del producto en el destino j .

C_{ij} = Costo unitario de transporte desde el origen i hacia el destino j .

Siendo el modelo matemático:

$$\min \sum_i^m \sum_j^n c_{ij} * x_{ij} \quad (2.1)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq O_i \quad ; \quad i = 1, \dots, m. \quad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq D_j \quad ; \quad j = 1, \dots, n. \quad (2.3)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (2.4)$$

Donde la ecuación **(2.1)** representa la función objetivo, que está representada por medio del producto entre el costo de transporte y la cantidad enviada desde los orígenes hasta los destinos.

La ecuación **(2.2)** representa la restricción que indica que la cantidad enviada no debe exceder a la cantidad ofertada por cada origen.

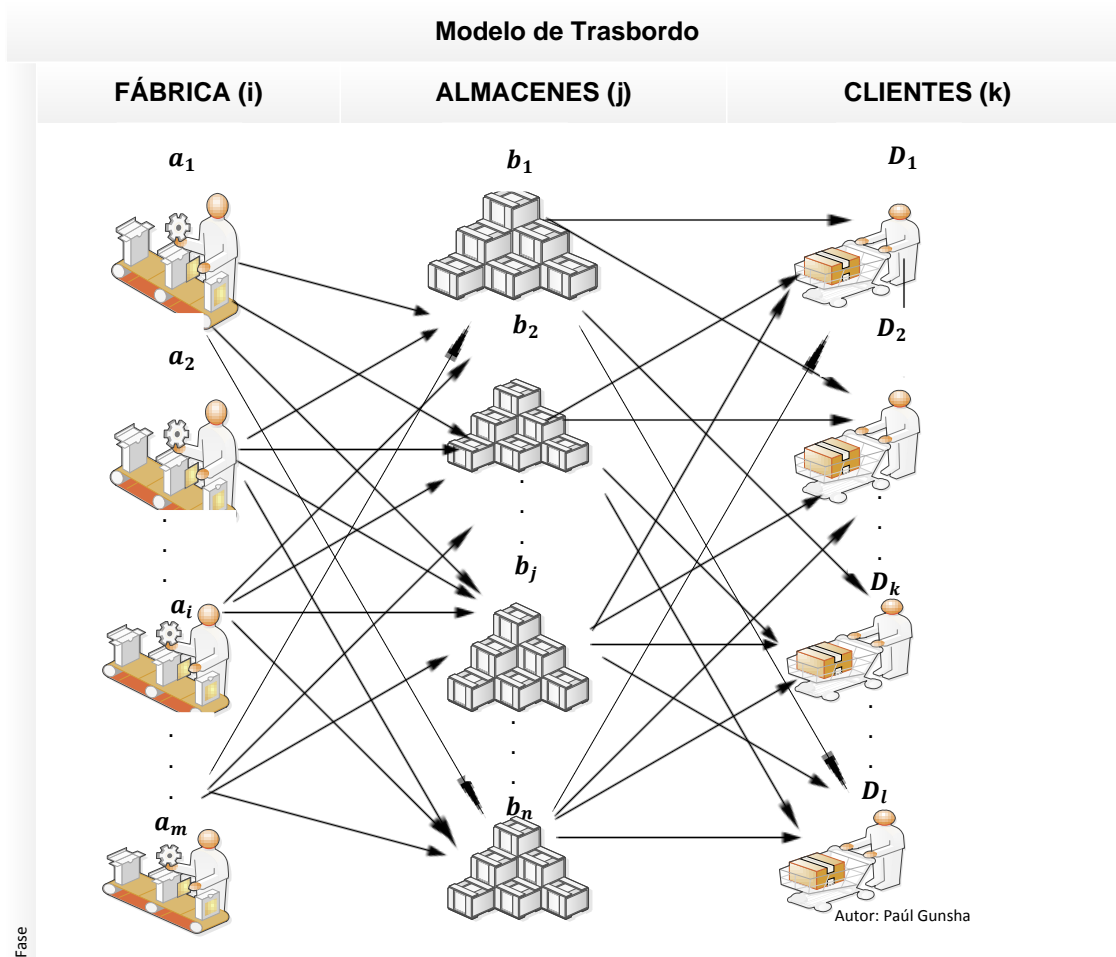
La restricción **(2.3)** indica que como mínimo la cantidad enviada debe satisfacer la demanda requerida.

La restricción **(2.4)** indica que el modelo toma valores mayores o iguales a cero por tratarse de cantidades de productos enviados.

2.2 Problema de transbordo

El problema de transbordo, representado en la **Figura 4** tiene como objetivo determinar las cantidades óptimas a ser transportadas desde los orígenes hacia los destinos pasando por los puntos intermedios de transbordo⁹ en una red con n nodos.

Figura 4 Representación gráfica del modelo de trasbordo



Elaboración propia

⁹ **Transbordo:** consiste en realizar envíos desde puntos intermedios denominados nodos, los mismos que pueden enviar y recibir unidades desde los orígenes hacia los destinos.

El modelo matemático que se ajusta al problema de transbordo está representado por:

$$\min \sum_i^m \sum_j^n c_{ij} x_{ij}. \quad (2.5)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (2.6)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq b_j \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (2.7)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (2.8)$$

La Función objetivo **(2.5)** pretende minimizar los costos, asegurar la disponibilidad de unidades en los centros de distribución, relacionando el producto entre el costo de envío y la cantidad demanda.

En este problema el primer conjunto de restricciones **(2.6)** indica que la cantidad de envío de cada uno de los orígenes i no puede exceder de la cantidad disponible en los j almacenes.

El segundo conjunto de restricciones **(2.7)**, indica que la cantidad recibida por cada uno de los almacenes j no puede ser inferior a la demanda del mismo.

En donde la oferta es igual a la demanda $\sum_{i=1}^n b_i = 0$; en donde:

- i) cada origen genera $b_i > 0$,
- ii) cada destino consume $b_i < 0$; y
- iii) cada transbordo que no genera ni consume unidades $b_i = 0$

Considerando a c_{ij} como el costo unitario de transporte desde el origen i hasta el destino j en la matriz unimodular¹⁰.

La restricción (2.8) indica que el modelo toma valores mayores o iguales a cero por tratarse de cantidades de productos enviados.

2.3 Problema de asignación

El problema de asignación es una variación del problema original de transporte, dado que las variables de decisión x_{ij} , solo pueden tomar valores binarios, es decir de cero (0) o uno (1) en las soluciones óptimas.

En el campo de la investigación de operaciones, este modelo matemático está enfocado en determinar la asignación óptima de m recursos a n obras, teniendo como objetivo realizar todas las actividades sabiendo que cada tarea i debe utilizar un recurso y que cada recurso j debe asignarse a una sola tarea, considerando a c_{ij} como el costo de realizar la obra i por el recurso j , siendo el modelo matemático:

$$x_{ij} \begin{cases} 1, & \text{si se asigna la obra } i \text{ al recurso } j \\ 0, & \text{en cualquier otro caso de actividad} \end{cases} ; \quad \forall ij$$

$$\min \sum_i^n \sum_j^m c_{ij} x_{ij} \tag{2.9}$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = 1 ; \quad i = 1, \dots, n. \tag{2.10}$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 ; \quad j = 1, \dots, m. \tag{2.11}$$

$$x_{ij} \geq 0 \tag{2.12}$$

¹⁰ **Matriz Unimodular:** matriz de enteros con determinantes 1 ó -1, existiendo matrices totalmente unimodulares con determinante 0 esto significar que no es inversible. En logística se aplica cuando se agrega una columna ficticia al modelo de transbordo para equiparar la oferta con la demanda.

En el modelo de decisión, la función objetivo está representada por la ecuación **(2.9)**, mediante la cual pretende minimizar los costos de asignación de i obras al recurso financiero j . La restricción **(2.10)** indica que cada recurso debe asignarse a una obra. La restricción **(2.11)** indica que cada obra debe ser asignada a un solo recurso. Las restricciones de no negatividad **(2.12)** representan los valores enteros positivos que hace posible modelizar sistema planteado.

El modelo que se ajusta a este trabajo investigativo es el modelo de asignación, mismo que se alinea a las operaciones de gestión que realiza el Gobierno Provincial del Guayas, el cual debe priorizar las obras más emergentes en función del tiempo, por tal motivo este trabajo está enfocado en el mencionado modelo con el objetivo de optimizar los recursos financieros del GAD provincial del Guayas, que permita realizar la mayor cantidad de proyectos.

2.4 Revisión de la literatura

Los modelos de optimización son generalmente usados en la mayoría de las áreas que intervengan en la toma de decisiones tales como la selección de carteras financieras e inversión. El modelo de programación entera mixta se ajusta a diferentes casos de estudios referente a la asignación de actividades que intervengan en la ejecución de procesos donde se desee mejorar procesos a través de la modelización matemática.

Un ejemplo exitoso de la aplicación de un modelo de programación entera para la asignación óptima de recursos ha sido aplicado en el campo de la medicina para la optimización multianual de la intervención contra la malaria, trabajo que fue realizado por la Federación Internacional de Sociedades de Investigación Operativa (IFOR), misma que llevó a cabo el estudio de la malaria transmitida por los mosquitos a los habitantes del África occidental, como Tanzania, Kenya, Zambia entre otros, cobrando vidas humanas, en especial a niños.

Por medio del proyecto *infectado-recuperado* se planteó un modelo matemático de programación lineal entera en la cual se interviene en todas las regiones, generando todas las combinaciones posibles, teniendo un nivel de cobertura usado en cada región con un horizonte de planificación no mayor a 5 años. Su metodología está basada en la asignación de tratamientos contra la malaria, cuando se ven limitados por los escasos recursos de los países citados. Como resultado de este modelo se logró disminuir la tasa de mortalidad en niños, minimizando el efecto de la dosis aplicada. (5)

En Sudamérica, el Ministerio de Salud de Chile atiende a nueve millones de personas, mismas que utilizan el sistema municipal de atención primaria, cuyo objetivo principal es mantener la salud de los individuos y comunidades a través de prevención, promoción y control. Su caso de estudio propone un modelo matemático que planifique la asignación de recursos desde la administración municipal hacia los centros de salud de forma equitativa. (6)

El modelo matemático define las siguientes variables dadas en la etapa 1, teniendo como objetivo identificar y clasificar los programas desarrollados por los Centros de Salud (CS) de Chile.

$MCob_a$ = metas de la cobertura de la actividad a .

$PObj_{ai}$ = población objetivo orientada por la actividad a en el consultorio i .

$EfCob_{ai}$ = eficiencia de cobertura de la actividad a en el consultorio i .

$Conc_a$ = concentración anual a realizar por persona de la actividad a

En la etapa 2, se estiman los costos de prestación por la actividad de servicios, considerando realizar a los ciudadanos de la comuna antes citada, una consulta por cada tipo de prestación de servicios que cubra el CS para obtener atención de calidad y eficacia, definiendo las siguientes variables:

PU_{ja} = probabilidad de utilizar al trabajador j en la actividad a .

SH_j = sueldo del trabajador j .

$Rend_j$ = rendimiento teórico del trabajador j

EfL_{ja} = eficiencia local del trabajador j en la actividad a

PA_{pa} = población que ha recibido el insumo p en la actividad a

GI_p = gasto total del insumo p .

En la etapa 3 de este modelo, se analizan las atenciones a cada grupo de morbilidad ¹¹ definiendo como variables categóricas como:

x_1 (edad entre 2 a 5 años),

x_2 (entre 6 a 9)

x_3 (entre 10 a 19)

x_4 (entre 20 a 44)

x_5 (entre 25 a 64)

x_6 (edad 65 +)

x_7 (mujer)

x_8 (paciente crónico)

x_9 (previsión FONASA¹²; B, C, D)

x_{10} (No FONASA)

Al existir una gran variedad entre un mismo grupo de personas con morbilidad, se crearon cinco grupos de frecuencias, teniendo a pacientes más frecuentes con (≥ 13 visitas al año), mismos que al combinarse con las variables categóricas se construyeron 420 ($5 \times 7 \times 2 \times 2 \times 3$), grupos de morbilidad. En la etapa 3, se define a:

TU_m = tasa de utilización de los CS por c/u de los 420 grupos de morbilidad formados.

¹¹ **Morbilidad:** cantidad de personas que se enferman en un lugar y en un periodo de tiempo determinado en relación al total de la población.

¹² **El Fondo Nacional de Salud (FONASA)** es el organismo público que administra los fondos estatales destinados a la salud en Chile, para dar cobertura a sus beneficiarios.

Siendo el modelo matemático:

$$DEM_{ai} = PObj_{ai} x MCob_{ax} Efcob_{ai} x Conc_a \quad a = 1 \dots 93 \quad i = 1 \dots 93 \quad (2.13)$$

$$CosAP_a = \sum_{j=1}^{15} \left(\frac{PU_{ja} PH_j}{Rend_j EfcL_{ja}} \right) + \sum_{p=1}^{450} \left(\frac{GI_p}{PAp_a} \right) \quad a = 1 \dots 93 \quad (2.14)$$

$$Log = 1,26 - 0,129x_1 - 0,085x_2 - 0,095x_3 - 0,05x_4 - 0,014x_5 + 0,006x_6 + 0,103x_7 + 0,07x_8 + 0,131x_9 + 0,05x_{10} \quad (2.15)$$

$$LCosM_m = \sum_{j=1}^{15} \left(\frac{PU_{jm} PH_j}{Rend_j EfcL_j} \right) + \sum_{p=1}^{450} \left(\frac{GI_p}{PAp_m} \right) \quad m = 1 \dots 420 \quad (2.16)$$

$$PM_{(matriz)acegk, bdfhl} = P_{ab} * P_{cd} * P_{ef} * P_{kl} \quad (2.17)$$

$$PredP_{im} = \%Mm * (PobA_{im(vector)} * PM_{matriz} + FExt_{im}) \quad i: 1 \dots 6; \quad m = 1 \dots 420 \quad (2.18)$$

$$PCostoTotal_i = \sum_{a=1}^{93} (DEM_{ai} * CosAP_a) + \sum_{m=1}^{420} (TU_m * CosM_m * PredP_{im}) \quad i = 1 \dots 6 \quad (2.19)$$

$$AFR_i = \frac{(PS_{muni} - CF - \sum_{j=1}^6 Aprio_j * CostoTotal_j)}{\sum_{j=1}^6 CostoTotal_j} + Aprio_i \quad ; \quad i = 1 \dots 6 \quad (2.20)$$

En la ecuación (2.13) se plantea la demanda de la actividad a en el consultorio i , mientras que en la función objetivo (2.14) está representada por los costos de realizar la actividad a , mientras que para la estimación de las tasas de utilización según variables demográficas, socioeconómicas y epidemiológicas, fue expresada por medio de la función logarítmica (2.15) la misma que expresa el número de atenciones en el año 2004.

Adicionalmente, se plantean los costos **(2.16)** de realizar una atención de morbilidad a una persona del grupo m , luego se determinaron las probabilidades **(2.17)** de pasar de un grupo a otro, cambiar grupo de previsión, edades, y de ser o no un paciente crónico. Luego se obtuvo la predicción de la cantidad de personas **(2.18)** en el consultorio i del grupo m , de tal manera que los costos totales **(2.19)** por cada CS sea el producto entre las etapas 1 y 2 para luego sumarse a los costos de morbilidad citados en las etapas 3, 4 y 5, siendo la cantidad ideal asignada a cada centro de salud. Para la asignación final de los recursos **(2.20)** se consideró la relación que existe entre la diferencia del presupuesto de salud que cuenta el municipio para cada CS con los costos fijos y demás gastos como administración del área de salud por la cantidad resultante a entregar a cada consultorio con respecto a los costos totales agregando el costo de cubrir las actividades prioritarias por cada consultorio.

La aplicación de este modelo indica que del 15% del total de los pacientes inscritos en el sistema, el 77% recibió atenciones de morbilidad anual. Este estudio fue realizado en la comuna Puente Alto, cuenta con la mayor población del país con 350,000 habitantes, cuyo problema principal a inicios de este trabajo era la variabilidad entre el mismo grupo de personas con morbilidad, motivo por el cual se construyeron cinco grupos de frecuencia según su utilización. (7)

Otro ejemplo de la aplicación exitosa de este tipo de modelos al problema de la asignación óptima de recursos a carteras de proyectos en Sudamérica, el sistema de educación de Chile entre sus mayores objetivos desea mejorar la calidad de la educación, especialmente en la educación pública. El sector público representa aproximadamente el 40% de los estudiantes de primaria y secundaria, atendiendo a los jóvenes de escasos recursos. El Ministerio de Educación chileno solo proporciona normas generales para la gestión de un óptimo sistema educativo, aportando recursos económicos por parte del Estado a través de los niveles federal, regional y local.

Estos recursos son limitados, convirtiéndose en un serio problema ya que el sector público debe cubrir la demanda actual, considerando que no se debe pedir contribución financiera alguna a los padres de familia de los estudiantes.

Entre las principales limitaciones que tiene el sistema se tiene: a la demanda total de cada grado en virtud de que el sector público no puede negarle matrícula a ningún estudiante, así como también el mínimo de horas por semana que cada estudiante debe recibir, por otra parte el máximo de estudiantes que por ley educativa debe tener cada aula, siendo de vital importancia para mejorar la calidad educativa, la infraestructura en la que se imparten las clases, mismas que deben estar en óptimas condiciones.

El modelo matemático determinista a implementarse, desea minimizar el costo de operación fijo y las variables totales, principalmente relacionados con los recursos humanos, tales como docentes, personal administrativo y de apoyo. El modelo matemático que se ajusta a este problema presenta las define a las siguientes variables como:

x_{ik}^t : número de clases del grado $i = 1, \dots, N_G$ en la escuela $k = 1, \dots, N_S$,
para el periodo $t = 1, \dots, T$.

z_k^t : $\begin{cases} 1, & \text{si la escuela } k \text{ está abierta en el periodo } t. \\ 0, & \text{caso contrario} \end{cases}$

u_{jk}^t : $\begin{cases} 1, & \text{si el ciclo } j = 1, \dots, N_c \text{ será previsto por la escuela } k \text{ en el periodo } t. \\ 0, & \text{caso contrario} \end{cases}$

v_{mik}^t = total de horas por año asignadas a la materia $m = 1, \dots, N_m$,
en el grado i , de la escuela k para el periodo t .

w_k^t = diferencia máxima entre el número de clases de dos consecutivos
grados, escuela k , periodo t .

a_{ihk}^t = número de niños en el grado i , zona h que se asignan a la escuela k ,
periodo t .

Siendo los parámetros:

W_k^t : costo fijo anual de la escuela k , en el periodo t .

Q_{mi}^t : costo de la enseñanza por hora, para la materia m , del grado i en el periodo t .

C_{ik} : capacidad de lugares del grado i para la escuela k .

T_k^t : número total de aulas disponibles en la escuela k en el periodo t .

H_{mik} : número de horas de la materia m requerida por el grado i en la escuela k .

R_{ik} : número máximo de clases en el grado i en la escuela k .

r_{ik} : número mínimo de clases en el grado i en la escuela k .

C_j : división de grados niveles académicos (preescolar, primara, secundaria).

Z_h : división de $1, \dots, N_S$ representando la ubicación de los centros educativos.

D_{ih}^t : demanda para el grado i en la zona $h = 1, \dots, N_Z$ en el periodo t .

P_k^t : Coeficiente de penalización por heterogeneidad en la escuela k , periodo t .

E_0 : Conjunto de escuelas existentes en el periodo 0.

N_0 : Conjunto de escuelas no existentes en el periodo 0, posibles nuevas localidades.

ρ_{ihk}^t : Sanción asociada con un niño en el grado i , zona h , asignado a la escuela k en el periodo t .

K_{kt} : costo de cerrar una escuela existente k en el período t .

K'_{kt} : costo de abrir una nueva escuela k en el período t . (nueva localidad)

El modelo matemático se expresa algebraicamente como:

$$\begin{aligned} \min \sum_{mikt} Q_{mi}^t * v_{mik}^t + \sum_{kt} W_k^t * z_k^t + \sum_{kt} P_k^t * w_k^t + \sum_{ihkt} p_{ihk}^t * a_{ihk}^t & \quad (2.21) \\ + \sum_{k \in E_{0,t}} K_{kt} (z_k^t - z_k^{t+1}) + \sum_{k \in E_{0,t}} K'_{kt} (z_k^{t+1} - z_k^t). & \end{aligned}$$

$$\sum_{k \in Z_h} z_k^t \geq 1 \quad ; \quad \forall h, t. \quad (2.22)$$

$$u_{jk}^t \leq z_k^t \leq \sum_{j'} u_{j'k}^t \quad ; \quad \forall j, k, t. \quad (2.23)$$

$$z_k^t \geq z_k^{t+1} \quad \forall k \in E_0, t < T, \quad (2.24)$$

$$z_k^t \leq z_k^{t+1} \quad \forall k \in N_0, t < T, \quad (2.25)$$

$$u_{jk}^t + u_{j'k}^t - 1 \leq u_{lk}^t \quad \forall k, t, 1 \leq j \leq j' - 2 \leq N_c - 2, j + 1 \leq l \leq j' - 1, \quad (2.26)$$

$$-w_k^t \leq x_{ik}^t - x_{(i+1)k}^t \leq w_k^t ; \quad \forall k, t, 1 \leq i \leq N_G - 1, \quad (2.27)$$

$$r_{ik} u_{jk}^t \leq x_{ik}^t \leq R_{ik} u_{jk}^t \quad ; \quad \forall i, j, k, t, \text{ tal que } i \in C_j, \quad (2.28)$$

$$\sum_i x_{ik}^t \leq T_k^t \quad ; \quad \forall k, t, \quad (2.29)$$

$$\sum_a a_{ihk}^t \leq C_{ik} x_{ik}^t \quad ; \quad \forall i, k, t, \quad (2.30)$$

$$v_{mik}^t \geq H_{mik} x_{ik}^t \quad ; \quad \forall m, i, k, t, \quad (2.31)$$

$$\sum_k a_{ihk}^t \geq D_{ih}^t \quad ; \quad \forall i, h, t, \quad (2.32)$$

$$x_{ik}^t, v_{mik}^t, a_{ihk}^t \text{ entero} \quad ; \quad \forall m, i, k, h, t,$$

$$u_{jk}^t, z_k^t \text{ binaria} \quad ; \quad \forall j, k, t,$$

$$w_k^t \geq 0 \quad ; \quad \forall k, t.$$

El modelo pretende minimizar la asignación de recursos a las en el sistema de educación público de Chile, mediante la cual el modelo matemático en su función objetivo (2.21) está representada por la suma de los productos entre los costos fijos, enseñanza por hora, costos de cerrar y abrir una nueva escuela, y la penalización por heterogeneidad en las mismas.

En la restricción (2.22) se pretende que al menos se abra una escuela, de tal manera que los ciclos (2.23) sean previstos por las escuelas en diferentes años, en donde el número de escuelas abiertas (2.24) en cierto año deben ser superior e inferior (2.25) a las que se presenten posteriormente.

Adicionalmente la ecuación **(2.26)** representa la sinergia entre ciclos así como el número de grados para cada escuela en cierto año asociado a los costos fijos anuales **(2.27)** de cada escuela; mientras que cada escuela se expresa dentro del número mínimo y máximo **(2.28)** de centros educativos de primaria que puedan operar en un determinado año. Las materias a impartir deben ser menor o igual que la cantidad de aulas disponibles **(2.29)** en cierto año. El número de estudiantes que se asignan a cada escuela no debe exceder al costo disponible **(2.30)** para abrir cada escuela, además el total de horas anuales asignadas a cada materia debe tener como mínimo el número de horas requeridas por cada materia **(2.31)**, con el objetivo de brindar un mejor aprendizaje al alumnado, mientras que el número total de estudiantes como mínimo deben satisfacer la demanda **(2.32)** de la zona donde se encuentra el centro educativo.

Los resultados obtenidos con este modelo permitieron que el sistema educativo de Chile mejore la calidad de enseñanza en los alumnos de primaria y secundaria de escasos recursos, optimizando los costos en el diseño de nuevas escuelas, la ubicación de las mismas, el número máximo de estudiantes por sector considerando el tamaño de la población de alumnos, es decir que la asignación de recursos financieros por parte del Gobierno Chileno mejoró la calidad del sistema educativo planteado a priori, mismo que no tenía un modelo matemático que permita optimizar los recursos financieros en función de las necesidades educativas. (8)

2.5 Características del modelo de asignación

El modelo de asignación es un caso particular del modelo de transporte en donde las variables toman valores enteros de decisión, cuyo objetivo principal es minimizar el coste total **(2.33)** de realizar las tareas conociendo que cada tarea i debe ser realizada por una sola persona **(2.34)** y cada persona j debe realizar una única tarea **(2.35)**, siendo C_{ij} el costo de realizar la tarea i por la persona j . El modelo lineal de programación entera generalmente está definido de la siguiente manera:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si se asigna la tarea } i \text{ a la persona } j \\ 0, & \text{en cualquier otro caso de actividad} \end{cases}; \forall_{ij}$$

$$\min \sum_i^n \sum_j^n c_{ij} x_{ij} \quad (2.33)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad ; \quad i = 1, \dots, n. \quad (2.34)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad ; \quad j = 1, \dots, n. \quad (2.35)$$

$$x_{ij} \geq 0$$

Adicionalmente se deben incluir nuevas variables, binarias o reales, otros términos en la función objetivo (2.33), restricciones (2.34) y (2.35) adicionales que reflejen la realidad del problema de asignación que se esté modelizando.

2.5.1 Elementos del problema de asignación

Los elementos del problema de asignación dependerán de las variables de interés que se ajusten al modelo matemático de programación lineal mixta entera, es decir que todo modelo debe tener datos cuantitativos del caso de estudio, el conjunto de datos de todas las variables de estudio, la función objetivo que permita conocer si el problema es de minimización o maximización, para este caso el problema de asignación siempre será de minimización. Para el sector público las variables de interés son cada vez más extensas en virtud de la necesidad institucional de cumplir con los proyectos propuestos y requeridos por la ciudadanía. Las entidades públicas, actualmente presentan un sinnúmero de proyectos a ejecutarse, dentro de ellos entre los más comunes se consideran a los institucionales, sociales y ambientales.

2.5.2 Diferencias entre el modelo de transporte y asignación

El modelo de transporte tiene como objetivo determinar la ruta óptima de transporte de productos o de mercancías desde los orígenes hasta los destinos al menor costo posible. En cambio, el método de asignación se utiliza para resolver problemas de programación lineal con características muy especiales.

Ambos métodos tienen diferente función, siendo utilizados para resolver problemas distintos con diferente aplicación. En la **Tabla 3** se resume la diferencia entre ambos modelos.

Tabla 3 Diferencia entre modelos de transporte y asignación

No.	Transporte	Asignación
<i>i)</i>	Contiene demanda específica y requerida para cada origen y destino.	La demanda y disponibilidad para cada origen y destino debe ser uno.
<i>ii)</i>	La demanda total debe ser igual a la capacidad del almacén o centro de distribución.	Es una matriz cuadrada, en donde el número de filas debe ser igual al número de
<i>iii)</i>	Las soluciones óptimas implican que la oferta y la demanda deben ser iguales.	La solución óptima implica una asignación en cada fila y cada columna.
<i>iv)</i>	No existen restricciones en el número de asignaciones para la oferta y demanda.	Solo debe existir una asignación en cada fila y cada columna.
<i>v)</i>	Es un problema de orientado asignar múltiples recursos a varios deposita.	Es un problema de asignación de recursos para cada trabajo.

Elaboración propia.

2.5.3 Modelo Binario

Si a todos los elementos de una fila o de una columna de una matriz de asignación o rendimientos se le suma o se le resta una cantidad constante, la asignación óptima no varía. El modelo matemático donde aparecen variables continuas¹³ y discretas¹⁴, considerando a las binarias es el siguiente:

$$\mathbf{min: Z} = f(x) + c^T y \quad (2.36)$$

Sujeto a:

$$h(x) = 0 \quad (2.37)$$

$$g(x) + By \leq 0 \quad (2.38)$$

$$Dy \leq b \quad (2.39)$$

$$y \in \{0,1\}$$

Donde la ecuación (2.36) representa la función objetivo que se desea minimizar (maximizar), la misma que está sujeta al vector de funciones representado por la ecuación (2.37) y la restricción de desigualdad en (2.38) donde se considera a x como un vector de variables continuas e y un vector (2.39) de variables binarias. Los problemas MIP aplicando el uso de variables binarias y continuas se expresan de forma disyuntiva, luego se las transforma a su equivalente forma algebraica, de la siguiente manera:

$$\forall_i \in D \quad \begin{cases} Y_i \\ A_i x - b \leq 0 \\ x^L \leq x \leq x^U \end{cases} \quad (2.40)$$

¹³ **Variable continua:** es una variable aleatoria definida sobre un espacio muestral infinito no numerable, que puede tomar un número infinito de valores entre dos valores de una característica en particular, $X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n \dots\}$ Ej: Si se considera la estatura de las personas mayores de edad (18 años), la variable tomará infinitos valores entre 1.60, 1.62, pero siendo 1.61 el único valor exacto en el espacio muestral citado.

¹⁴ **Variable discreta:** es una variable aleatoria que toma un valor finito de valores dentro de otro de un intervalo finito de valores, es decir que no admite valores intermedios, por ejemplo: el número de accidentes de tránsito que suceden en un tiempo determinado.

Las desigualdades definidas representan el conjunto **(2.40)** de términos disyuntivos D , siendo Y_i una variable booleana ¹⁵ que toma valor de 1 si se aplica la disyunción i , existiendo dos formas de transformar una expresión de forma disyuntiva a su equivalente forma algebraica, la primera mediante el uso de la gran M cambiando de forma sistemática a su forma algebraica y la segunda por medio de la representación envolvente convexa ¹⁶, definida de la siguiente manera:

$$A_i x - b \leq M_i(1 - y_i) \quad (2.41)$$

$$\sum_{i \in D} y_i = 1 \quad (2.42)$$

$$y \in \{0,1\}, \quad i \in D$$

Adicionalmente aplicar el uso de la gran M implica utilizar la envolvente convexa **(2.41)**, por tal motivo es necesario desagregar las variables continuas en la suma de nuevas variables **(2.42)** como de disyunciones que se presenten en el problema, siendo su forma algebraica:

$$x = \sum_{i \in D} z_i \quad (2.43)$$

$$\sum_{i \in D} y_i = 1 \quad ; \quad i \in D \quad (2.44)$$

$$A_i z_i - b_i y_i \leq 0 \quad ; \quad i \in D \quad (2.45)$$

$$z_i^L y_i \leq z_i \leq z_i^U y_i \quad ; \quad i \in D \quad (2.46)$$

La importancia de esta formulación algebraica **(2.43)** y **(2.44)**, es que no necesita la introducción de parámetros artificiales (M) para **(2.45)** y **(2.46)**, siendo la región factible menor cuando se usa la envolvente convexa. En síntesis, para la solución óptima en problemas pequeños, se aplica el uso de la gran M pero para problemas grandes, lo ideal es utilizar la envolvente convexa.

¹⁵ **Variable Booleana:** toman valores de 1 y 0, teniendo número de entradas y salidas en dichos valores, los mismos que se pueden representar mediante una tabla de verdad.

¹⁶ **Envolvente convexa:** dado un conjunto finito de puntos en el plano $P = \{p_1, \dots, p_n\}; n \geq 2$ se define su envolvente convexa (*convex hull*), una nube de puntos representadas en forma de polígono.

2.5.4 Teorema fundamental del modelo de asignación

El modelo de asignación permite diseñar algebraicamente diferentes situaciones reales de interés, mismo que pretende asignar un número de orígenes (personas, tareas, etc.) a un igual número de destinos (tareas, máquinas, etc.) con el objetivo de optimizar los costos, teniendo como condición de que cada origen tenga asignado un único destino y viceversa.

La definición formal indica, que n orígenes deben ser asignados a n destinos, siendo C_{ij} el costo de asignar cada origen $O_i, i = 1, \dots, n$ a cada destino D_j , expresadas algebraicamente las variables de decisión como:

$$x_{ij} : \begin{cases} 1 & \text{si el origen } O_i \text{ es asignado el destino } D_j \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

Siendo el modelo matemático:

$$\min z = \sum_i^m \sum_j^n c_{ij} x_{ij}$$

sujeto a

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad ; \quad i = 1, \dots, m.$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1 \quad ; \quad j = 1, \dots, n.$$

$$x_{ij} = 0, 1 \quad ; \quad i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n.$$

Es importante reconocer que en el mundo actual, un sinnúmero de proyectos no se representan por medio de la igualdad de orígenes (m) y destinos (n) es decir $n \neq m$, se deben añadir tantos orígenes como destinos sean necesarios, siendo los mismos ficticios, el costo de asignación será cero.

2.5.5 Primer teorema

El primer teorema del modelo de asignación está basado en el método húngaro, el cual solamente se aplica para minimizar la función objetivo, teniendo el siguiente teorema:

Si las variables $x_{ij}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n$, son soluciones óptimas para la función objetivo:

$$z = \sum_i^m \sum_j^n c_{ij} x_{ij}.$$

Entonces esos valores también son solución óptima para un problema de asignación cuya función objetivo está definida algebraicamente como:

$$z' = \sum_i^m \sum_j^n c'_{ij} x_{ij} = 0$$

siendo $c'_{ij} = c_{ij} - u_i - v_j$, con u_i y v_j constantes.

2.5.6 Segundo teorema

Si $C_{ij} \geq 0, i, j = 1, \dots, n$ y siendo la función objetivo:

$$z = \sum_i^m \sum_j^n c_{ij} x_{ij},$$

entonces $x_{ij}, i, j = 1, \dots, n$ es una solución óptima del problema.

2.5.7 Importancia de los teoremas del modelo de asignación

Los teoremas antes citados inciden en la modelización de los problemas de asignación, siendo de vital importancia la búsqueda de las óptimas soluciones posibles pretendiendo minimizar el costo de cada uno de los proyectos propuestos, asignando el recurso idóneo para la ejecución programas requeridos.

La relación que tienen estos teoremas con el presente trabajo investigativo, indica que los costos asociados a cada proyecto que presenta el Gobierno Provincial del Guayas, se pueden asignar sí y solo sí, no exceden los valores estimados para la cartera de proyectos, mismos que ocupan el 50.4% del presupuesto institucional destinados exclusivamente para el gasto rural, mientras que si se considera también el gasto que incurren las Concesionarias, CONORTE¹⁷ y CONCEGUA¹⁸, el 68.14% sería destinado para ambos rubros, es decir que se deben priorizar no tan solo proyectos para los cantones de la provincia del Guayas, sino también los institucionales, de tal manera que no se vea afectado el presupuesto total del GAD en el año 2017.

¹⁷**CONORTE:** Es la Concesionaria encargada de la rehabilitación, mantenimiento y administración del sector norte de la provincia del Guayas.

¹⁸**CONCEGUA:** Concesionaria encargada de rehabilitar, mantener, mejorar, ampliar, explotar y administrar las Vías de comunicación de las carreteras principales del Guayas.

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Situación actual de la provincia del Guayas

La provincia del Guayas es la más poblada y productiva del Ecuador, conformada por 25 cantones, 56 parroquias urbanas y 29 rurales con una población de 3, 645,483 habitantes y una superficie de 15,430.40 km². (9)

Se han ejecutado un sinnúmero de proyectos, destinados a los sectores más vulnerables de la Provincia, afectados durante los dos últimos años por catástrofes naturales como lo acontecido el pasado 16 de abril de 2016 en la cual, algunas viviendas de la provincia y otras aledañas a las jurisdicciones cantonales tuvieron cuantiosas pérdidas materiales; pese a ello el GAD provincial del Guayas reorganizó la planificación establecida para aquel entonces, en virtud de los imprevistos suscitados. Para el año 2017, las obras pendientes en el banco de proyectos, empezaron a ejecutarse paulatinamente para cada uno de los cantones en relación al incremento que existió en el Techo Presupuestario¹⁹, el cual asciende a un total de \$1,341,195.74 por concepto de las recaudaciones de tributos establecidos por el GAD provincial; además se realizaron préstamos al Banco de Desarrollo del Ecuador²⁰ (BDE), para realizar las diferentes obras que son competencia de la Provincia. (10)

El Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) asignó recursos financieros para los GAD mediante acuerdos ministeriales No. 53-2016, prorrogado en el año 2017 (11), No. 0005-2017 (12) y No. 0100-2017 (13) para cada cuatrimestre de acuerdo a los ingresos efectivos del PGE, conforme lo determina la Ley para el Equilibrio de las Finanzas Públicas, aprobada en el año 2016. (Ver **Tabla 4**)

¹⁹ **Techo presupuestario:** es el límite de gasto financiero que se gestiona en un año fiscal.

²⁰ **Banco de Desarrollo del Ecuador:** anteriormente denominado Banco del Estado, es una institución financiera que coordina y distribuye recursos para financiar proyectos, e inversiones del sector público.

Tabla 4 Presupuesto 2017 asignado a los GAD

PRESUPUESTO GENERAL DEL ESTADO ASIGNADO A LOS GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS DEL ECUADOR				
FUENTE	PROVINCIALES	MUNICIPALES	PARROQUIAS RURALES	TOTALES
Acuerdo No. 053 2016 PRORROGADO 2017	\$ 772,694,545.28	\$ 1,917,427,204.96	\$ 171,709,898.95	\$ 2,861,831,649.19
Acuerdo No. 0005 del 31 de MAYO 2017	\$ 734,645,148.38	\$ 1,823,008,331.17	\$ 163,254,477.42	\$ 2,720,907,956.97
Acuerdo No. 0100 del 27 de SEP 2017	\$ 733,673,024.47	\$ 1,820,596,023.69	\$ 163,038,449.88	\$ 2,717,307,498.04

Fuente: Acuerdos Ministeriales citados. (www.acuerdosconsulta.cege.gob.ec)
Elaboración propia.

Conocidas estas cifras se puede observar que durante el año 2017, el presupuesto asignado, se redujo en \$144, 524,151.15 para los GAD, lo que conllevó al ajuste del POA para varios proyectos programados.

Tabla 5 Reducción del presupuesto asignado a los GAD - 2017

REDUCCIÓN DEL PRESUPUESTO POR CUATRIMESTRE en dólares y porcentaje	PROVINCIALES	MUNICIPALES	PARROQUIAS RURALES	TOTALES
REDUCCIÓN IQ	(\$ 38,049,396.90)	(\$ 94,418,873.79)	(\$ 8,455,421.53)	(\$ 140,923,692.22)
% REDUCCIÓN IQ	-4.92%	-4.92%	-4.92%	-4.92%
REDUCCIÓN IIQ	(\$ 972,123.91)	(\$ 2,412,307.48)	(\$ 216,027.54)	(\$ 3,600,458.93)
% REDUCCIÓN IIQ	-0.13%	-0.13%	-0.13%	-0.13%
MONTO DE REDUCCIÓN TOTAL	(\$ 39,021,520.81)	(\$ 96,831,181.27)	(\$ 8,671,449.07)	(\$ 144,524,151.15)
% DE REDUCCIÓN TOTAL	-5.05%	-5.05%	-5.05%	-5.05%

Nota: Reducción y porcentaje, con respecto al cuatrimestre anterior 2017.

Elaboración propia.

Esto implica que existió una reducción del 5.05% respecto a la asignación presupuestaria recibida en el año anterior, mediante la cual el GAD provincial del Guayas, redujo también su presupuesto.

3.2 Demografía y densidad poblacional

La provincia del Guayas es la más poblada y productiva del Ecuador, (ver **Tabla 6**) con 3,645,483 habitantes, representando la ciudad de Guayaquil el 64.49% con 2,350,915 habitantes, por ser un cantón ubicado en la zona urbana. El Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas²¹ (NBI), es elevado en los 24 cantones citados (ver **Tabla 7**) exceptuando Guayaquil, debido a la falta de servicios básicos en el área rural que les impide desarrollarse (14).

Tabla 6 Demografía y Densidad poblacional del Guayas

PROVINCIAS	ÁREA KM2	POBLACIÓN	DENSIDAD POBLACIONAL	%
AZUAY	8,309.58	712,127	86	4.93%
BOLIVAR	3,945.38	183,641	47	1.27%
CAÑAR	3,146.08	225,184	72	1.56%
CARCHI	3,780.45	164,524	44	1.14%
COTOPAXI	6,108.23	409,205	67	2.83%
CHIMBORAZO	6,499.72	458,581	71	3.17%
EL ORO	5,766.68	600,659	104	4.16%
ESMERALDAS	16,132.23	534,092	33	3.70%
GUAYAS	15,430.40	3,645,483	236	25.23%
IMBABURA	4,587.51	398,244	87	2.76%
LOJA	11,062.73	448,966	41	3.11%
LOS RIOS	7,205.27	778,115	108	5.38%
MANABI	18,939.60	1,369,780	72	9.48%
MORONA SANTIAGO	24,059.40	147,940	6	1.02%
NAPO	12,542.50	103,697	8	0.72%
PASTAZA	29,641.37	83,933	3	0.58%
PICHINCHA	9,535.91	2,576,287	270	17.83%
TUNGURAHUA	3,386.25	504,583	149	3.49%
ZAMORA CHINCHIPE	10,584.28	91,376	9	0.63%
GALAPAGOS	8,010.00	25,124	3	0.17%
SUCUMBIOS	18,084.42	176,472	10	1.22%
ORELLANA	21,692.10	136,396	6	0.94%
SANTO DOMINGO	3,446.65	368,013	107	2.55%
SANTA ELENA	3,690.17	308,693	84	2.14%
TOTALES		14,451,115		100.00%

Elaboración propia.

²¹ **Necesidades Básicas Insatisfechas:** es un indicador que permite identificar el nivel de pobreza de una población, basándose en cuatro necesidades básicas, tales como: vivienda, servicios sanitarios, educación básica e ingresos.

Tabla 7 Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas del Guayas

No.	Nombre de cantón	NO POBRES	POBRES	Total	NO POBRES	POBRES	Total
1	GUAYAQUIL	1,204,847	1,110,678	2,315,525	52.0%	48.0%	100.0%
2	ALFREDO BAQUERIZO MORENO (JÚJAN)	2,605	22,502	25,107	10.4%	89.6%	100.0%
3	BALAO	3,032	17,294	20,326	14.9%	85.1%	100.0%
4	BALZAR	5,017	48,734	53,751	9.3%	90.7%	100.0%
5	COLIMES	1,690	21,667	23,357	7.2%	92.8%	100.0%
6	DAULE	29,849	89,751	119,600	25.0%	75.0%	100.0%
7	DURAN	75,256	158,588	233,844	32.2%	67.8%	100.0%
8	EL EMPALME	6,550	67,542	74,092	8.8%	91.2%	100.0%
9	EL TRIUNFO	8,135	36,396	44,531	18.3%	81.7%	100.0%
10	MILAGRO	48,527	117,072	165,599	29.3%	70.7%	100.0%
11	NARANJAL	16,309	51,413	67,722	24.1%	75.9%	100.0%
12	NARANJITO	11,515	25,426	36,941	31.2%	68.8%	100.0%
13	PALESTINA	2,770	13,229	15,999	17.3%	82.7%	100.0%
14	PEDRO CARBO	2,523	40,815	43,338	5.8%	94.2%	100.0%
15	SAMBORONDON	32,394	34,908	67,302	48.1%	51.9%	100.0%
16	SANTA LUCIA	3,218	35,620	38,838	8.3%	91.7%	100.0%
17	URBINA JADO (SALITRE)	3,294	54,017	57,311	5.7%	94.3%	100.0%
18	YAGUACHI	11,256	49,236	60,492	18.6%	81.4%	100.0%
19	PLAYAS	13,027	28,564	41,591	31.3%	68.7%	100.0%
20	SIMÓN BOLÍVAR	2,454	22,960	25,414	9.7%	90.3%	100.0%
21	CRNL. MARCELINO MARIDUEÑA	2,856	9,056	11,912	24.0%	76.0%	100.0%
22	LOMAS DE SARGENTILLO	2,116	16,204	18,320	11.6%	88.4%	100.0%
23	NOBOL	4,949	14,556	19,505	25.4%	74.6%	100.0%
24	GRAL. ANTONIO ELIZALDE (BUCAY)	3,323	7,280	10,603	31.3%	68.7%	100.0%
25	ISIDRO AYORA	599	10,253	10,852	5.5%	94.5%	100.0%
TOTALES		1,498,111	2,103,761	3,601,872	41.6%	58.4%	100.0%

Fuente: INEC- Censo Poblacional 2010 (www.ecuadorencifras.gob.ec)

Elaboración propia.

En el último censo²² realizado en el Ecuador, se puede observar que el NBI de la ciudad de Guayaquil representa el 48% en los pobres, mientras que el 52% pertenece a los no pobres, esto quiere decir que no por ser un cantón con mayor cantidad de habitantes, se tendrá un NBI muy inferior al censado, existen otros factores también que determinan esta causa.

²² **Censo:** determina el volumen y características de las unidades de vivienda en que habita la población ecuatoriana, con miras a evaluar las condiciones de vida y los requerimientos específicos de vivienda y servicios inherentes. (19)

3.3 Densidad poblacional de los cantones de la provincia del Guayas

Para estimar la densidad poblacional de la provincia del Guayas, se considera al número de habitantes en cada cantón con respecto a la población total del Guayas; teniendo como objeto de estudio las zonas habitables, definidas en tres tipos de densidades poblacionales, como:

3.3.1 Densidad Poblacional bruta

La estimación estándar entre la población total de cada cantón con respecto al territorio de la provincia algebraicamente se expresa como:

$$D_B = \frac{P_C}{T_C},$$

donde P_C es la población de cada cantón, y T_p es el territorio total de la provincia.

3.3.2 Densidad Poblacional parcial

Es la estimación de la población total de cada cantón con respecto a la diferencia entre el territorio de la provincia y el área de estudio. Algebraicamente se expresa como:

$$D_{p_i} = \frac{P_C}{T_C - A'}$$

donde A' es el área de estudio.

3.3.3 Densidad Poblacional Neta

La estimación estándar entre la población total de cada cantón con respecto a la diferencia entre el territorio de la provincia y las zonas no habitables algebraicamente se expresa como:

$$D_N = \frac{P_C}{T_C - \sum_{i=1}^n A'_i}$$

donde n es el número de zonas no habitables consideradas y A'_i es el área de cada cantón, con $i = 1, \dots, n$.

En la **Tabla 8** se muestran los datos de población y área por cada territorio de la provincia, teniendo como 34.51% la población del área rural, misma que es objeto social de beneficio por parte del GAD provincial.

Tabla 8 Densidad poblacional de los cantones de la provincia del Guayas

Cantón	Parroquia	Pob.	Pob. Total	%	Supf. (km2)	Supf. Total (km2)	Densidad
ALFREDO BAQUERIZO MORENO (JUJUAN)	ALFREDO BAQUERIZO MORENO	25,179	25,179	0.69%	218.54	218.54	115.21
BALAO	BALAO	20,523	20,523	0.56%	409.76	409.76	50.09
BALZAR	BALZAR	53,937	53,937	1.48%	1,186.17	1,186.17	45.47
COLIMES	COLIMES	17,307	23,423	0.64%	544.10	758.12	30.90
	SAN JACINTO	6,116			214.02		
CORONEL MARCELINO MARIDUENA	CRNL. MARCELINO MARIDUENA	12,033	12,033	0.33%	253.67	253.67	47.44
DAULE	DAULE	87,508	120,326	3.30%	187.16	187.16	642.90
	JUAN BAUTISTA AGUIRRE	5,502			49.49		
	LAUREL	9,882			36.61		
	LIMONAL	8,774			47.65		
	LOS LOJAS	8,660			141.16		
DURAN	ELOY ALFARO (DURAN)	235,769	235,769	6.47%	300.19	300.19	785.40
EL EMPALME	VELASCO IBARRA	47,667	74,451	2.04%	174.26	715.73	104.02
	GUAYAS (PUEBLO NUEVO)	17,579		0.00%	404.29		
	EL ROSARIO	9,205		0.00%	137.18		
EL TRIUNFO	EL TRIUNFO	44,778	44,778	1.23%	395.00	395.00	113.36
GENERAL ANTONIO ELIZALDE	GENERAL ANTONIO ELIZALDE	10,642	10,642	0.29%	153.72	153.72	69.23
GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	2,291,158	2,350,915	64.49%	2,493.86	4,196.37	560.23
	PROGRESO	11,897			326.45		
	MORRO	5,019			270.12		
	POSORJA	24,136			73.18		
	PUNA	6,769			894.64		
	TENQUEL	11,936			138.12		
ISIDRO AYORA	ISIDRO AYORA	10,870	10,870	0.30%	487.25	487.25	22.31
LOMAS DE SARGENTILLO	LOMAS DE SARGENTILLO	18,413	18,413	0.51%	66.77	66.77	275.77
MILAGRO	MILAGRO	145,025	166,634	4.57%	220.44	405.14	411.30
	CHOBO	5,421			42.28		
	MARISCAL SUCRE (HUAQUES)	5,365			54.96		
	ROBERTO ASTUDILLO	10,823			87.46		
NARANJAL	NARANJAL	39,839	69,012	1.89%	511.80	1,739.90	22.90
	JESUS MARIA	6,427			92.48		
	SAN CARLOS	6,516			89.45		
	SANTA ROSA DE FLANDES	5,444			115.02		
	TAURA	10,786			931.15		
NARANJITO	NARANJITO	37,186	37,186	1.02%	224.54	224.54	165.61
NOBOL	NARCISA DE JESUS	19,600	19,600	0.54%	135.25	135.25	144.92
PALESTINA	PALESTINA	16,065	16,065	0.44%	194.15	194.15	82.75
PEDRO CARBO	PEDRO CARBO	31,317	43,436	1.19%	514.91	935.09	33.49
	VALLE DE LA VIRGEN	5,230			101.50		
	SABANILLA	6,889			318.68		
PLAYAS	GENERAL VILLAMIL	41,935	41,935	1.15%	272.53	272.53	153.87
SAMBORONDON	SAMBORONDON	51,634	67,590	1.85%	230.48	368.00	140.31
	TARIFA	15,956			137.52		
SANTA LUCIA	SANTA LUCIA	38,923	38,923	1.07%	357.86	357.86	108.77
SIMON BOLIVAR	SIMON BOLIVAR	14,585	25,483	0.70%	128.43	291.92	49.96
	CRNEL. LORENZO DE GARAICOA	10,898			163.49		
URBINA JADO	EL SALITRE (LAS RAMAS)	28,117	57,402	1.57%	130.78	392.67	71.60
	GENERAL VERNAZA	9,511			82.40		
	LA VICTORIA (NAUZA)	6,470			81.32		
	JUNQUILLAL	13,304			98.17		
YAGUACHI	YAGUACHI NUEVO	26,617	60,958	1.67%	272.50	272.50	97.68
	GRAL. PEDRO J. MONTERO	8,195			76.15		
	YAGUACHI VIEJO (CONE)	11,957			108.46		
	VIRGEN DE FATIMA	14,189			52.88		
POBLACIÓN (Hab)		3,645,483					
SUPERFICIE (Km2)		15,430.40					
DENSIDAD DEL GUAYAS (hab/km2)		236.25					

Fuente: Censo de Población y Vivienda (CPV 2010). INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS

Elaboración propia.

3.4 Resiliencia de la provincia del Guayas

La resiliencia es la capacidad que tienen las ciudades para prepararse, resistir y recuperarse ante una crisis, se aplica en individual o psicológica, familiar y; social y comunitaria, siendo esta última la que mayor impacto social tiene en la vulnerabilidad de los cantones de la provincia del Guayas.

El Gobierno Provincial del Guayas, define que uno de los factores más importantes por la cual optimiza sus recursos es la resiliencia social²³ y comunitaria, en virtud de los diferentes retrasos que se pueden generar por diferentes cambios como desastres naturales, cambios administrativos, escases de capital, entre otros. La resiliencia genera un impacto potencial a nivel institucional porque se forman imprevistos que desequilibran la planificación financiera para la ejecución de obras y demás proyectos internos, generando nuevas estrategias de financiamiento que permitan suplir la crisis temporal adquirida.

Los cantones más resilientes de la provincia del Guayas, son El Empalme, Durán y Guayaquil, a través de la Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR) han implementado sistemas que permitan mejorar la calidad de vida entre los ciudadanos, disminuyendo el riesgo de desastres naturales, la vulnerabilidad y aumentando la resiliencia por medio de la creación y/o fortalecimiento de infraestructuras, fortaleciendo la capacidad financiera para la asignación de presupuesto de capital en la ejecución de obras importantes de mitigación, proteger zonas naturales a través de la reforestación de las riberas del Río Congo. (15) En la ciudad de Guayaquil la SGR participa en el proceso que realiza la Oficina de Naciones Unidas para la Reducción de Riesgos de Desastres (UNISDR) que genere el desarrollo sostenible en una ciudad resiliente con el compromiso de las autoridades locales. Lo que se pretende para el 2030 según el Marco de Sendai²⁴ es que se disminuya la tasa de mortalidad, destrucción de bienes y el desplazamiento de las personas como consecuencia de los desastres de origen natural. (16)

²³ **Resiliencia Social:** Capacidad que tienen las ciudades para resistir, adaptarse y recuperarse de crisis, como desequilibrio económico a causa de Estado o desastres naturales, de una manera oportuna y eficaz.

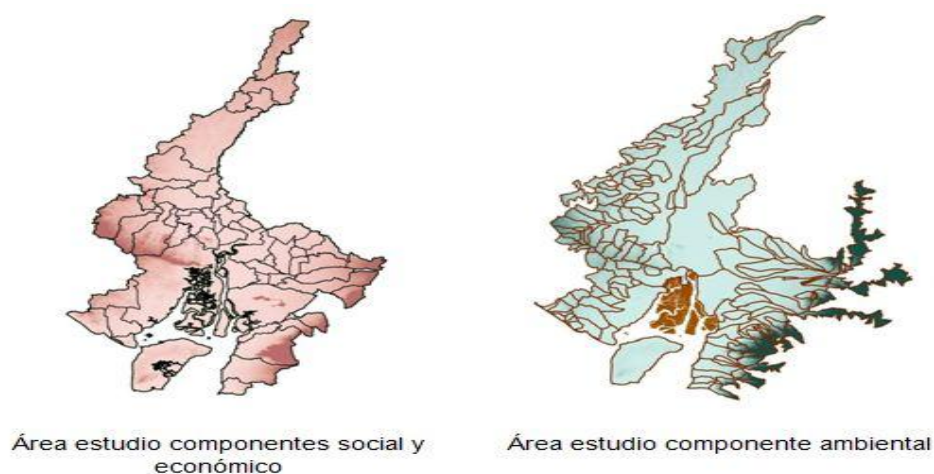
²⁴ **Marco de Sendai:** es un instrumento de acción que se creó a efectos de la urgente necesidad de anticipar, planificar y mitigar los riesgos de desastres para proteger más eficazmente la población.

3.5 Cantones más vulnerables de la provincia del Guayas

La provincia del Guayas se considera como la más vulnerable a nivel nacional, por la diversidad agrícola y acuícola que posee, misma que se ve afectada cada año por los cambios climáticos en la región.

La vulnerabilidad ²⁵ tiene tres componentes del territorio, económico, social y ambiental, permitiendo diseñar estrategias que permitan priorizar actividades optimizando los recursos. El área de estudio ilustrada en la **Figura 5**, abarca los cantones de la provincia del Guayas, 54 parroquias que la conforman, y dos zonas no delimitadas correspondientes a la Manga del Cura y El Piedrero. Actualmente estas zonas, se mantienen en disputa territorial por parte de los intereses de la provincia de Los Ríos y Manabí; los problemas limítrofes aún permanecen vigentes desde la consulta popular realizada el 27 de septiembre del 2015.

Figura 5 Mapa del Guayas, área social, económica y ambiental.








Fuente: Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño CIIFEN (www.ciifen.org)

²⁵ **Vulnerabilidad:** es un factor interno que enfrenta amenazas de origen humano o natural, los movimientos de población pueden alterar la vulnerabilidad de una región en particular.

3.5.1 Componentes de la vulnerabilidad

Un estudio realizado por parte del Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño a la vulnerabilidad de la provincia del Guayas frente al cambio climático y la variabilidad climática, determinó a escala de cinco niveles los componentes de vulnerabilidad (Ver **Tabla 9**) para medir cualitativamente el grado ejecución de los proyectos. (15)

Tabla 9 Escala de vulnerabilidades

Vulnerabilidad	Color
Muy Alta	
Alta	
Moderada	
Baja	
Muy Baja	

Elaboración propia.

La vulnerabilidad socioeconómica ambiental está conformada por el indicador económico, social y ambiental. Algebraicamente expresados como:

$$V_{SEA} = V_E + V_S + V_A$$

donde:

V_{SEA} = Vulnerabilidad socioeconómica ambiental.

V_E = Vulnerabilidad económica.

V_S = Vulnerabilidad social.

V_A = Vulnerabilidad ambiental.

3.5.1.1 Estimación de la Vulnerabilidad Económica

Siendo Guayas la provincia que mayor incidencia económica tiene en el Ecuador, es una de las ciudades con mayor vulnerabilidad por tener zonas agrícolas amenazadas por expansión urbana e inundaciones, conflictos de uso del suelo, camaroneras, atractivos turísticos, áreas de concesiones mineras, terminales terrestres, aeropuertos, estaciones y subestaciones eléctricas, pozos y ríos.

Para la estimación de la vulnerabilidad económica, se deben considerar los diferentes tipos de actividades que se realizan en la provincia, tales como: agrícola, acuícola, turística, ganadera, así mismo la capacidad de conectividad y movilidad, energética y acceso al agua (Véase **Figura 6**), algebraicamente expresadas como:

$$V_E = (V_{AG} + V_{AC} + V_{TUR} + V_{GAN} + V_{MIN}) - (CA_{CON-MOV} + CA_{ENER} + CA_{ACC-AGUA})$$

V_{AG} = Vulnerabilidad de la actividad agrícola.

V_{AC} = Vulnerabilidad de la actividad acuícola.

V_{TUR} = Vulnerabilidad de la actividad turística.

V_{GAN} = Vulnerabilidad de la actividad ganadera.

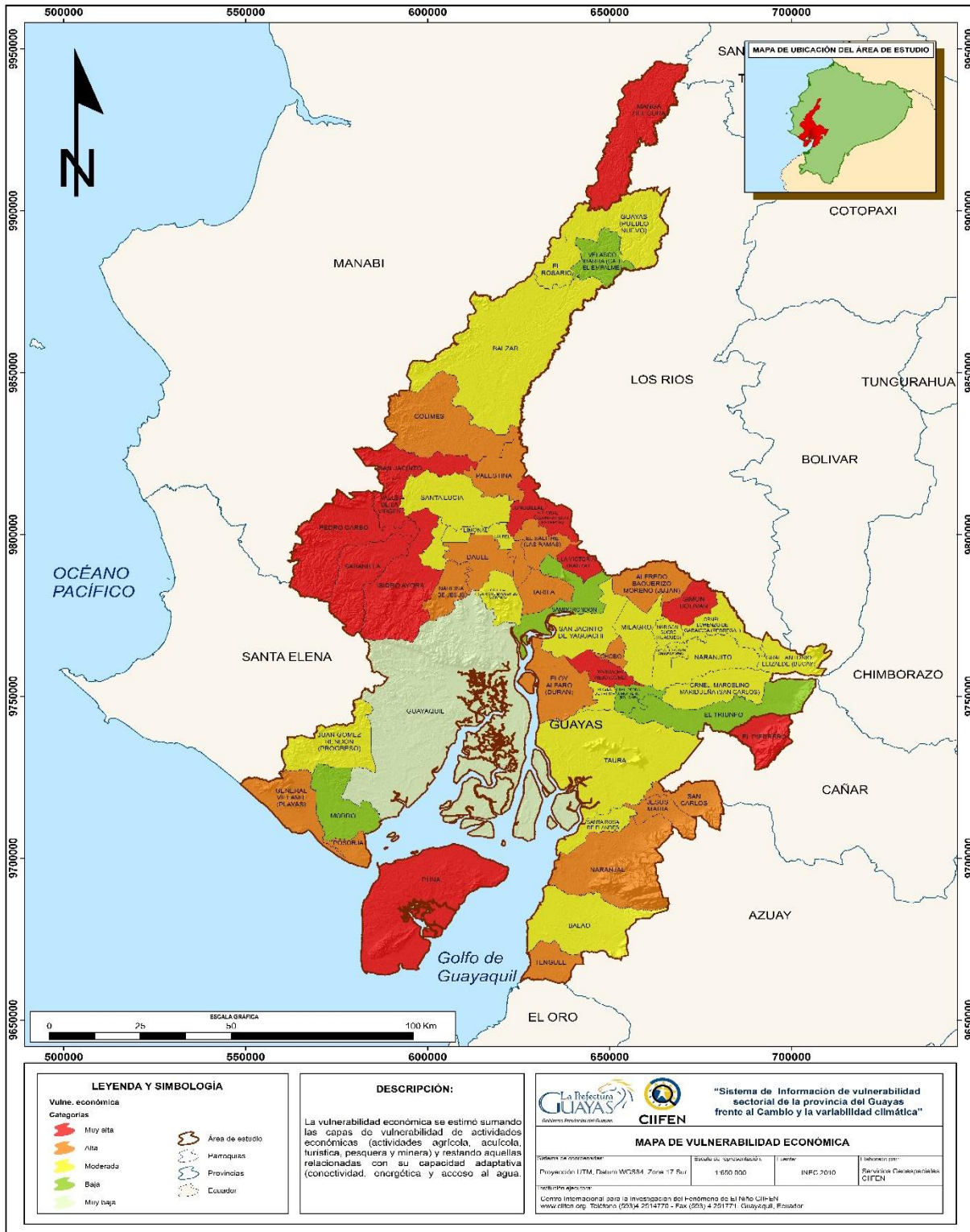
V_{MIN} = Vulnerabilidad de la actividad minera.

$CA_{CON-MOV}$ = Capacidad de conectividad y movilidad

CA_{ENER} = Capacidad energética

$CA_{ACC-AGUA}$ = Capacidad de acceso al agua

Figura 6 Vulnerabilidad económica del Guayas



Fuente: GAD Provincial del Guayas y CIIFEN

3.5.1.2 Estimación de la Vulnerabilidad Social

La provincia del Guayas frente a la vulnerabilidad social presenta déficit de vivienda, escasez de alcantarillado, agua potable, energía eléctrica, recolección de basura; así como también en centros educativos, primarios, secundarios y universitarios, centros de salud, hospitales y la presencia de instituciones gubernamentales, ONG ²⁶ y Fundaciones.

Para la estimación de la vulnerabilidad social, se deben considerar la población, niveles socio-culturales, servicios básicos y las capacidades adaptativas en educación, salud y organización (Véase **Figura 7**). Algebraicamente se expresa como:

$$V_S = (V_{POB} + V_{SOC-CUL} + V_{SER-BAS}) - (CA_{E_{EDU}} + CA_{SAL} + CA_{ORG})$$

V_{POB} = Vulnerabilidad de la población.

$V_{SOC-CUL}$ = Vulnerabilidad socio-cultural.

$V_{SER-BAS}$ = Vulnerabilidad de los servicios básicos.

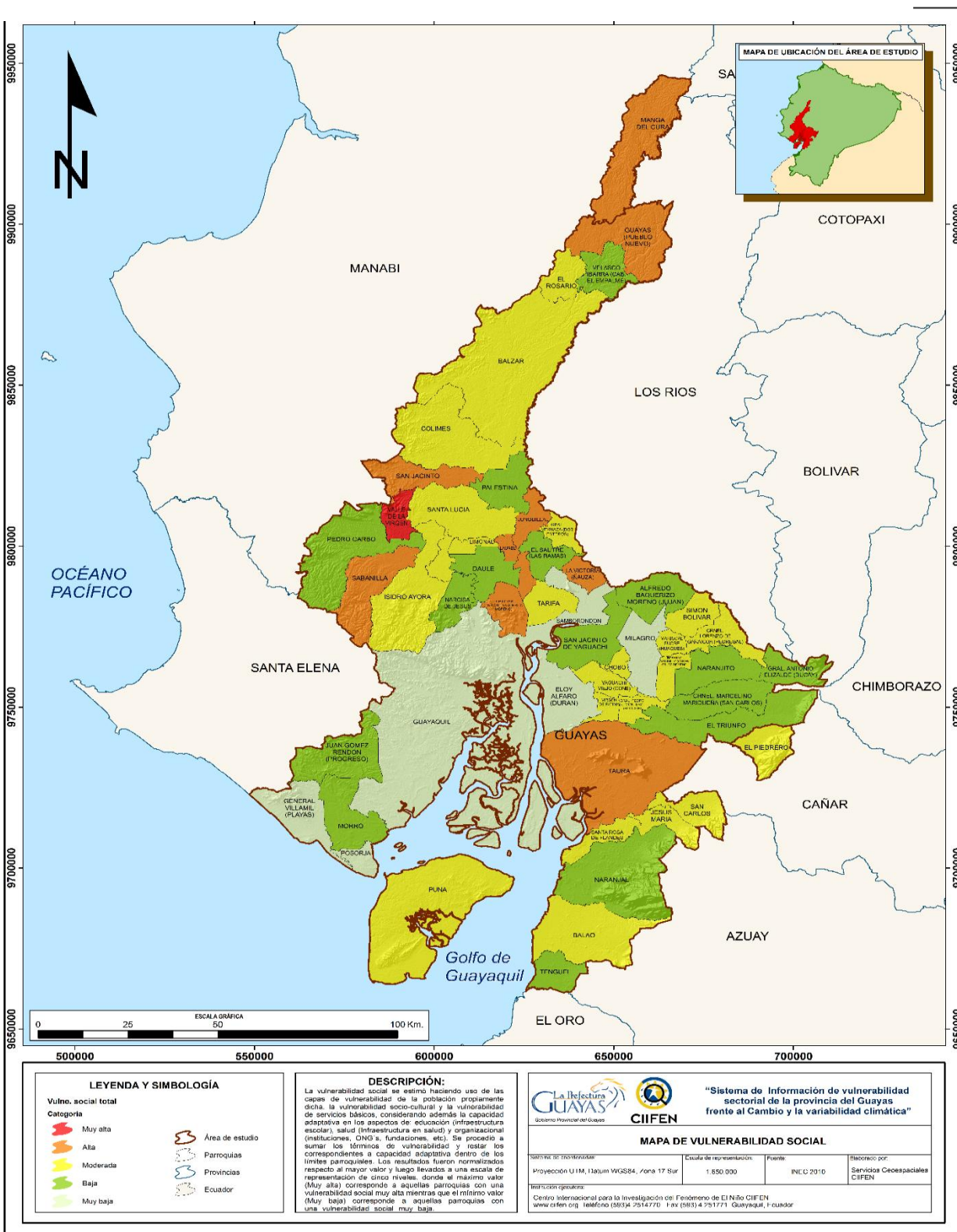
$CA_{CON-MOV}$ = Capacidad adaptativa educacional.

CA_{ENER} = Capacidad adaptativa de salud.

$CA_{ACC-AGUA}$ = Capacidad adaptativa organizacional.

²⁶ **ONG**: son Organismos No Gubernamentales sin fines de lucro, vinculados a proyectos sociales, culturales de desarrollo, generando cambios estructurales en comunidades, regiones o países. En el Ecuador se encuentran aproximadamente 182 ONG extranjeras que brindan sus servicios.

Figura 7 Vulnerabilidad social del Guayas



Fuente: GAD Provincial del Guayas y CIIFEN

3.5.1.3 Estimación de la Vulnerabilidad Ambiental

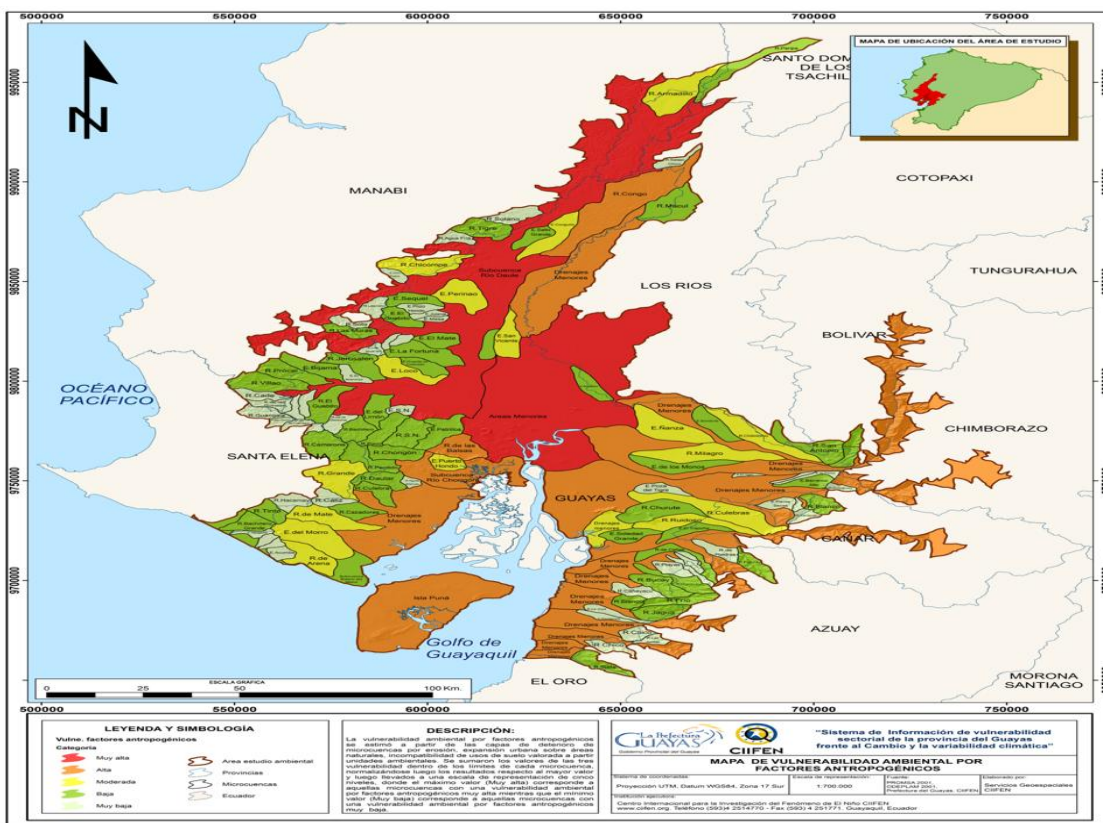
Para la estimación de la vulnerabilidad ambiental, se deben considerar los factores naturales y antropogénicos²⁷ tales como diversidad de la vegetación natural, vulnerabilidad en dotación de recursos hídricos, cobertura de áreas protegidas, erosión, expansión urbana sobre áreas naturales e incompatibilidad del uso del suelo (Ver **Figura 8**). Algebraicamente se expresa como:

$$V_S = V_{FAC-NAT} + V_{FAC-ANTR}$$

$V_{FAC-NAT}$ = Vulnerabilidad de Factores Naturales.

$V_{FAC-ANTR}$ = Vulnerabilidad de Factores antropogénicos degenerativos.

Figura 8 Vulnerabilidad ambiental del Guayas



Fuente: GAD Provincial del Guayas y CIIFEN

²⁷ **Factores antropogénicos:** son los resultados de las de las acciones humanas que influyen en el medio ambiente, a diferencia de los factores naturales en donde el ser humano no tiene incidencia alguna. Por ejemplo, la actividad agrícola tiene como amenaza la erosión del suelo.

3.6 Sinergia

La sinergia consiste en el trabajo en conjunto que se tiene de un grupo objetivo de personas o factores de estudios, mediante el cual se relacionan todos los recursos intervinientes en el desarrollo de una actividad, generalmente se aplica en grupos de trabajo en empresas a través de las diferentes áreas que la componen pero este trabajo investigativo se enfocará en aquellos proyectos que se relacionan entre sí, de tal manera que permita satisfacer la demanda de proyectos sugeridos en función de los recursos financieros definidos.

Uno de los principales problemas de gestión pública en instituciones del sector público es decidir cómo invertir y administrar los recursos financieros disponibles para la ejecución de proyectos en diversas áreas. La selección del portafolio de proyectos distingue dos tipos: (a) estáticos y (b) dinámicos. En (a) se proyectan obras prioritarias de mayor financiamiento y en (b) proyectos que se encuentran en proceso de estudio pero por situaciones adversas a la realidad, son retirados de la cartera de proyectos y se activan por medio de la sinergia²⁸ algunos proyectos que en años anteriores se encontraban inactivos.

Es importante destacar la diferencia que existe entre el portafolio de proyectos del sector público y privado. Los proyectos que ejecuta el sector privado son considerados dinámicos, en virtud de que pueden ser evaluados más de una vez durante la aplicación de los mismos, bajo criterios relacionados con factores económicos como ventas esperadas, el retorno de la inversión o beneficio y situación actual del mercado en relación a sus competidores; mientras que los proyectos que ejecuta el sector público están considerados como estáticos, en virtud del impacto social que genera en la ciudadanía, motivo por el cual no espera el retorno de la inversión o beneficio en la mayoría de los casos.

²⁸ **Sinergia:** expresa la forma de trabajo equitativo que tienen los elementos de estudio, dando mejores resultados trabajando conjuntamente que siendo independientes.

Previo a la ejecución de los proyectos se debe considerar los proyectos solicitados por cada uno de los cantones de la Provincia, la estimación de fondos, el área de interés, el valor máximo o mínimo asignado, cantidad total de fondos para cada propuesta, y año de ejecución. La caracterización de los proyectos a través de un conjunto de tareas contribuye al impacto del mismo incluyendo los fondos necesarios y nivel de importancia para el cumplimiento de los objetivos.

3.6.1 Tipos de sinergia

La interdependencia entre dos o más proyectos presenta los siguientes tres tipos de sinergias:

3.6.1.1 Sinergia beneficio o impacto

Se activa este tipo de sinergia, si existen los fondos suficientes para financiar un proyecto y si se encuentra dentro de los límites presupuestarios establecidos, es decir que la cardinalidad²⁹ de la sinergia coincide con el conjunto de proyectos financiados.

3.6.1.2 Sinergia de recursos

Este tipo de sinergia resulta de aumentar o disminuir los recursos presupuestados, teniendo como objetivo principal alinear de forma equitativa el financiamiento asignado a cada proyecto.

3.6.1.3 Sinergia técnica

Está dirigida a limitar el número de sinergias activadas de cierto proyecto en particular.

²⁹ **Cardinalidad:** número de proyectos asociados al recurso destinado para cubrir cada uno, considerando una relación binaria entre los proyectos en ejecución y el presupuesto disponible.

3.7 Distribución de la riqueza

La asignación de recursos financieros por parte del Estado ecuatoriano tiene como soporte principal el PGE, mismo que se asigna en base a los ingresos permanentes³⁰ y no permanentes³¹, a las entidades provinciales, municipales y parroquiales, siendo para el primer cuatrimestre del año 2017 de \$29,835.09 millones, presupuesto prorrogado del año 2016. El artículo 192 del COOTAD, indica “...los GAD, participarán del veintiún (21%) de los ingresos permanentes y del diez por ciento (10%) de los no permanentes del Presupuesto General del Estado”.

De igual manera el PGE se asigna en un 27% para los consejos provinciales, 67% para los municipios y distritos metropolitanos; y 6% para las juntas parroquiales, siendo distribuidos conforme al tamaño y densidad de la población; necesidades básicas insatisfechas jerarquizadas considerando a los residentes del territorio de cada GAD, niveles de vida, esfuerzo fiscal y administrativo; y, cumplimiento de metas del Plan Nacional de Desarrollo, y del Plan de Desarrollo de los GAD (16). El artículo 193 del COOTAD indica lo siguiente: “...para la asignación y distribución de los recursos a cada GAD se deberá aplicar un modelo de equidad territorial en la provisión de bienes y servicios públicos, representados mediante la siguiente fórmula:

$$Trans\ GAD = Monto\ A + Monto\ B$$

donde:

Trans GAD = Transferencias que recibe cada GAD por aplicación del MET³².

Monto A = Valor de la Transferencia recibida por cada GAD en el año 2010.

Monto B = Valor excedente entre la diferente de *Trans GAD* y *Monto A*

³⁰ **Ingresos permanentes:** son recursos económicos que recibe el Estado de manera continua, periódica y previsible.

³¹ **Ingresos no permanentes:** son recursos que recibe el Estado de manera temporal, por una situación específica.

³² **MET:** Modelo de Equidad Territorial, regulariza la asignación y distribución de recursos en la provisión de bienes y servicios a los niveles de Gobierno.

Para un mejor enfoque de la distribución de la riqueza, se requiere de un indicador, el mismo que mida la equidad en la asignación de recursos, considerando las variables económicas, sociales y ambientales, que permitan optimizar los recursos asignados por el PGE durante el año 2017.

3.7.1 Criterios para la distribución de recursos

Los GAD están sujetos al Modelo de Equidad Territorial, mediante el cual reciben transferencias por parte del Gobierno central para la ejecución de sus proyectos durante un año determinado. Para establecer criterios en la distribución de recursos por niveles de Gobierno se deben considerar los siguientes parámetros reflejados en la **Tabla 10**, donde se indica la ponderación asignada a cada provincia, cantón y parroquia.

Tabla 10 Parámetros para la distribución de recursos por nivel de Gobierno

NIVELES DE GOBIERNO			
Criterios	Provincia	Cantón	Parroquia
Población	10%	10%	15%
Densidad	14%	13%	15%
Necesidades Básicas insatisfechas	53%	50%	50%
Mejora de los Niveles de Vida	5%	5%	5%
Capacidad Fiscal	2%	6%	0%
Esfuerzo Administrativo	6%	6%	5%
Cumplimiento de metas del Plan Nacional de Desarrollo	10%	10%	10%

Elaboración propia.

Estos criterios reflejan que la provincia del Guayas recibirá mayor proporción en la asignación de recursos financieros, por ser la más poblada del Ecuador y por tener mayor criterio de necesidades básicas insatisfechas, en los cantones con respecto a Guayaquil.

3.7.2 Jerarquización de los cantones del Provincia

Los cantones de la provincia del Guayas, que reciben mayor inversión en obras y demás beneficios sociales, son aquellos que se encuentran zonificados por dimensión territorial y densidad poblacional que presentan a nivel Provincial. A continuación en la **Tabla 11** se detalla la zonificación de cantones y en la **Tabla 12** aquellos que tienen mayor prioridad.

Tabla 11 Jerarquización de los cantones de la Provincia del Guayas

Zona	Cantones	Representación a nivel Provincial	Densidad hab/km ²
1	El Empalme, Balzar, Colimes, Palestina, Santa Lucía, Daule, Nobol y Urbina Jado (Salitre)	46.82%	57
2	Lomas de Sargentillo, Isidro Ayora y Pedro Carbo.	7.71%	48
3	Durán, Samborondón, Guayaquil y Gral Villamil (Playas)	13.40%	491
4	Naranjal, Balao, El Triunfo y Gral. A. Elizalde (Bucay)	10.81%	59
5	Alfredo Baquerizo Moreno (Jújan), Milagro, Simón Bolívar, Naranjito, Yaguachi y Marcelino Maridueña.	21.26%	168

Fuente: PDOT-Guayas 2016-2019 (www.guayas.gob.ec)

Elaboración propia

Tabla 12 Prioridad de las zonas vulnerables de la Provincia del Guayas.

Zonas	Prioridad	Cantones
Zona 1	5	El Empalme, Balzar, Colimes, Palestina, Santa Lucía, Daule, Nobol y Urbina Jado (Salitre)
Zona 2	4	Alfredo Baquerizo Moreno (Jújan), Milagro, Simón Bolívar, Naranjito, Yaguachi y Marcelino Maridueña.
Zona 3	3	Durán, Samborondón, Guayaquil y Gral Villamil (Playas)
Zona 4	2	Naranjal, Balao, El Triunfo y Gral. A. Elizalde (Bucay)
Zona 5	1	Lomas de Sargentillo, Isidro Ayora y Pedro Carbo.

Elaboración propia

3.8 Curva de Lorenz

La curva de Lorenz representa la distribución de los ingresos de una población, indicando que, por cada porcentaje dado, existirá un porcentaje de renta o ingresos asignado al subconjunto de población seleccionado. En la **Tabla 13** se indica las características de la curva de Lorenz.

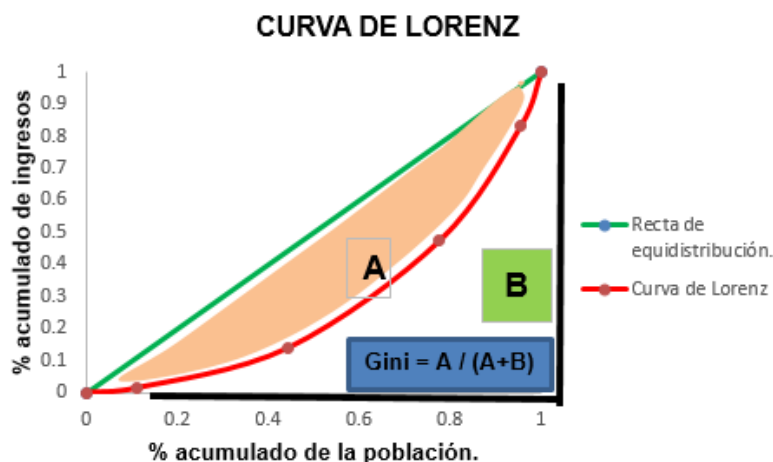
Tabla 13 Características de la curva de Lorenz

Mide	Distribución del ingreso
No mide	Bienestar de una sociedad o la equidad en la
A considerar	Si dos curvas de Lorenz se cruzan, no es posible
Medida	Con esta información es posible calcular el
¿Cómo se calcula?	En forma ascendente se ordena la información de la población con respecto al ingreso, luego se establecen los porcentajes de ingreso correspondientes a los X porcentajes de ingreso

Elaboración propia

En la **Figura 9** el indicador de Gini, se obtiene por el área entre la diagonal de la perfecta igualdad (línea verde) y la curva de Lorenz. Si la curva se aleja de la diagonal, aumenta la desigualdad conforme aumenta el área "A". Si la desigualdad es total, el área B desaparece, quedando sólo el área A, lo que indica que una sola familia se queda con el total de los ingresos (línea negra).

Figura 9 Curva de Lorenz



Elaboración propia

3.9 Coeficiente de Gini

El coeficiente de Gini ³³ resume la forma de distribuir una variable entre un conjunto de actividades, es decir si y_1, y_2, \dots, y_n representan los ingresos de un grupo de n individuos, el indicador de desigualdad se construye como función de las observaciones: $I(y_1, y_2, \dots, y_n)$. Un caso particular de este indicador es la desigualdad económica, mismo que se aplica para el análisis de la distribución de los ingresos, su construcción se deriva de la curva de Lorenz ³⁴ mostrando el porcentaje acumulado del ingreso total que pertenece al porcentaje más pobre de la población de estudio.

El cálculo del coeficiente de Gini es la relación entre el área comprendida de la diagonal y la curva de Lorenz. El coeficiente de Gini (**G**) está definido algebraicamente como:

$$G = 1 + \frac{1}{N} - \frac{2}{\mu N^2} \sum_i Y_i(N + 1 - i)$$

donde i indica los deciles, N es el número de deciles, μ indica el ingreso medio e Y_i el ingreso medio del decil i más pobre.

En el año 2017, el coeficiente de Gini en el Ecuador disminuyó 0.7% con respecto al año anterior como lo indica la **Tabla 14** esto se debe a diferentes inconvenientes económicos que afectaron directamente la matriz productiva y el desarrollo de economías de escala a nivel nacional.

De la misma forma el sector urbano disminuyó 1.5% con respecto al sector rural, siendo el primero el que menos afectado estuvo a diferencia del segundo que aumento en 0.7% generando mayor inestabilidad económica en las Provincias más pobladas, siendo Guayas y sus cantones los más afectados, mediante el cual el GAD del Guayas, tuvo que optimizar recursos.

³³ **Coeficiente de Gini:** es una medida de la desigualdad que tiene valores entre 0 y 1, donde toma valor 0 para la perfecta igualdad y 1 para la perfecta desigualdad.

³⁴ **Curva de Lorenz:** ilustra la desigualdad económica, representando el porcentaje acumulado de ingreso $\%Y_i$ recibido por una población determinada $\%P_i$ ordenado en forma ascendente ($y_1 \leq y_2 \leq \dots, \leq y_n$)

Tabla 14 Coeficiente de Gini a Nivel Nacional

	Periodo	Gini
Nacional	dic-16	0.466
	dic-17	0.459
Urbano	dic-16	0.450
	dic-17	0.435
Rural	dic-16	0.456
	dic-17	0.463

Fuente: INEC
Elaboración propia

Las ciudades que han generado mejores aportes económicos al Ecuador durante los últimos cinco años son Guayaquil, Quito, Cuenca, Machala y Ambato como lo indica **Tabla 15**, mismas que por su extensión geográfica y densidad poblacional ocupan un lugar significativo en el análisis del coeficiente de Gini para el año 2017.

Tabla 15 Coeficiente de Gini – Principales ciudades del Ecuador

Ciudad	Periodo	Gini
Quito	dic-16	0.451
	dic-17	0.437
Guayaquil	dic-16	0.398
	dic-17	0.368
Cuenca	dic-16	0.412
	dic-17	0.400
Machala	dic-16	0.406
	dic-17	0.401
Ambato	dic-16	0.457
	dic-17	0.476

Fuente: INEC
Elaboración propia

La ciudad de Guayaquil por ser la más poblada del Ecuador tuvo 36.8% en el coeficiente del Gini, con respecto al año anterior ubicado en 39.8%, es decir que la economía afectó directamente al ingreso de las familias, pese a que el desempleo pasó de 6.4% a 4.4%, mientras que en la ciudad de Quito aumentó, paso de un 9.1% a un 9.4%. (19)

3.10 Recursos Financieros del Gobierno Provincial del Guayas 2017

Dentro de los rubros del GAD provincial del Guayas, tiene como ingresos: impuestos tasas y contribuciones, los mismos que se realizarán sobre la base de lo recaudado en el año 2017, en cumplimiento a las leyes y ordenanzas tributarias que facultan su cobro, siendo los gastos corrientes: sueldos, servicios básicos, mantenimiento de mobiliarios y otros; así como también los gastos de inversión, mismos que se asignan a obras por medio del programa de proyectos y actividades destinadas al beneficio de la población guayasense para el desarrollo social, considerando que no formen parte del costo operativo.

Adicionalmente se presentan gastos de capital, los mismos que son destinados para adquisición de bienes de larga duración que fortalecen el patrimonio institucional.

3.10.1 Presupuesto de ingresos y gastos del GAD del Guayas 2017

La estimación de los ingresos según el artículo 223 del COOTAD, se divide en: tributarios, no tributarios y empréstitos, como lo indica la **Tabla 16**.

Tabla 16 Presupuesto de Ingreso GAD-Guayas 2017

PRESUPUESTO DE INGRESOS		
DENOMINACIÓN	ASIGNACIÓN INICIAL	%
INGRESOS CORRIENTES	\$ 42,255,300.32	18.35%
INGRESOS DE CAPITAL	\$ 121,105,342.88	52.61%
INGRESOS DE FINANCIAMIENTO	\$ 66,854,448.23	29.04%
INGRESOS TOTALES	\$ 230,215,091.43	100.00%

Fuente: www.guayas.gob.ec

Elaboración propia.

En la **Tabla 17** se representa el presupuesto de gastos, según el artículo 230 del COOTAD, mediante el cual se presupuesta para realizar proyectos sociales, comunales y económicos que beneficien el desarrollo de la provincia del Guayas.

Tabla 17 Presupuesto de Gastos GAD-Guayas 2017

PRESUPUESTO DE INGRESOS		
DENOMINACIÓN	ASIGNACIÓN INICIAL	%
SERVICIOS GENERALES	\$ 30,433,117.05	13.22%
SERVICIOS SOCIALES	\$ 8,263,433.51	3.59%
OTROS SERVICIOS COMUNALES	\$ 22,550,868.51	9.80%
SERVICIOS ECONÓMICOS	\$ 156,348,239.46	67.91%
SERVICIOS INCLASIFICADOS	\$ 12,619,432.60	5.48%
INGRESOS TOTALES	\$ 230,215,091.13	100.00%

Fuente: www.guayas.gob.ec

Elaboración propia.

En virtud del principio de austeridad que tuvo el GAD provincial del Guayas para la ejecución de proyectos en el año 2017, recibió transferencias gubernamentales por parte del Ministerio de Finanzas en el año 2016 por un valor de \$130,141,217.72 en comparación a las recibidas del año 2015 por un valor de \$161,132,893.75; esto indica que el presupuesto asignado para el año 2017 se redujo en 19.23%, lo que representa el monto de \$30,991,678.15. Por tal motivo se realizaron ajustes al presupuesto que permitan financiar costos fijos, remuneraciones, servicios básicos, servicios de deuda, etc; y se prioricen los proyectos solicitados por los cantones de la provincia del Guayas.

Del presupuesto antes citado para ingresos y gastos, se recaudaron todos los saldos a favor que posee el GAD provincial del Guayas teniendo como presupuesto operativo \$ 236,101,220.93 para el año 2017, de los cuales por un monto de \$ 160,874,225.03 se gestionan para el gasto rural y Concesionarias. (Ver **Tabla 18**)

De esta manera el GAD del Guayas, por medio de la Dirección Provincial Financiera y la Dirección Provincial de Planificación Institucional, elaboran la cartera de proyectos POA – PAC año 2017, mismos que beneficiarán a todos los cantones de la provincia del Guayas.

Tabla 18 Presupuesto Neto Institucional 2017

PRESUPUESTO 2017	\$ 236,101,220.93	
GASTO RURAL	\$ 118,998,625.12	
%	50.40%	
<u>PRESUPUESTO 2017</u>	\$ 236,101,220.93	
<u>GASTO RURAL+ CONCESIONARIA</u>	\$ 160,874,225.03	
%	68.14%	
\$ 117,102,595.81		
\$ 47,000,000.00		RMU
\$ 41,000,000.00		CONCESIONES
\$ 8,000,000.00		CTAS X PAGAR
\$ 3,400,000.00		PAC ADMINIS
\$ 2,000,000.00		PAC COM SOCIAL
\$ 15,300,000.00		IVA
\$ 500,000.00		EM PUBLICA
\$ 117,200,000.00		

Fuente: Dirección Provincial Financiera - GPG

3.10.2 Matriz de Proyectos POA-PAC 2017 GAD del Guayas

En el año 2017 se propusieron 140 proyectos para ser gestionados por las Direcciones Provinciales como lo muestra la **Tabla 19** de los cuales 123 pertenecen al PAC, en su mayoría proyectos realizados por contrataciones mismos que se reflejan en el portal de compras públicas.

En virtud de la disminución del PGE, la asignación a los GAD Provinciales fue menor y así sucesivamente a los cantones y juntas parroquiales; pero como Gobierno Provincial del Guayas se tuvo que priorizar proyectos en función de las necesidades cantonales en la Provincia y proyectos que se realizan internamente, por tal motivo las Direcciones Administrativa, Desarrollo Comunitario, TIC, Bienestar Animal y Gestión Social, son las que disminuyeron la ejecución de varios proyectos, mismos que se ocuparon para cubrir proyectos cantonales más relevantes en comparación a los propuestos por las Direcciones antes citadas.

Tabla 19 Matriz de Proyectos POA-PAC 2017 Direcciones Provinciales GPG

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DEL GUAYAS							
MATRIZ DE PROYECTOS POA-PAC 2017							
No.	DIRECCIONES PROVINCIALES	POA	%POA	PAC	%PAC	Aumenta	Disminuye
1	ADMINISTRATIVO	62	44.29%	22	17.89%	-	64.52%
2	CENTRO TECNOLÓGICO POPULAR	0	0.00%	0	0.00%	-	-
3	COMUNICACIÓN SOCIAL	11	7.86%	13	10.57%	15.38%	-
4	DEPORTE	4	2.86%	3	2.44%	-	25.00%
5	DESARROLLO COMUNITARIO	7	5.00%	2	1.63%	-	71.43%
6	EQUIDAD SOCIAL Y GÉNERO	3	2.14%	3	2.44%	-	-
7	GESTION AMBIENTAL	0	0.00%	0	0.00%	-	-
8	PLANIFICACION INSTITUCIONAL	0	0.00%	0	0.00%	-	-
9	PROCADURIA SINDICA	0	0.00%	0	0.00%	-	-
10	PRODUCTIVIDAD	0	0.00%	3	2.44%	100.00%	-
11	TALENTO HUMANO	0	0.00%	0	0.00%	-	-
12	TECNOLOGIA DE LA INFORMACION Y COMUNICACIÓN	21	15.00%	2	1.63%	-	90.48%
13	CULTURA	1	0.71%	5	4.07%	80.00%	-
14	EQUINOTERAPIA	1	0.71%	3	2.44%	66.67%	-
15	BIENESTAR ANIMAL Y GESTION SOCIAL	10	7.14%	2	1.63%	-	80.00%
16	OBRAS PUBLICAS	10	7.14%	20	16.26%	50.00%	-
17	RIEGO	10	7.14%	24	19.51%	58.33%	-
18	ESTUDIOS Y PROYECTOS	0	0.00%	14	11.38%	100.00%	-
19	CONCESIONES	0	0.00%	1	0.81%	100.00%	-
20	SECRETARIA	0	0.00%	0	0.00%	-	-
21	TURISMO	0	0.00%	4	3.25%	100.00%	-
22	FINANCIERO	0	0.00%	2	1.63%	100.00%	-
23	CENTRO DE MEDIACIÓN	0	0.00%	0	0.00%	-	-
24	PROMOCIÓN Y ATENCIÓN CIUDADANA	0	0.00%	0	0.00%	-	-
TOTALES		140	100.00%	123	100.00%		

Fuente: Dirección Provincial Financiera
Elaboración propia.

Es importante analizar que 13 proyectos no se completaron al término del año 2017, por factores de incumplimiento en contratos, priorización de gastos, ejecución de nuevas obras, reformas al PAC institucional y en otras al POA, en virtud de que surgieron nuevos proyectos que no estaban programados y ocuparon gran parte del presupuesto para satisfacer las necesidades básicas de los guayasenses en su mayoría.

3.10.3 Portafolio de proyectos POA-PAC 2017 GAD del Guayas

La ejecución de varios proyectos necesita de programas que lo sustenten en presupuesto, tiempo, cantón a beneficiarse, número de beneficiarios y en algunos casos plantear el trabajo a realizarse pese a que las Direcciones Provinciales no lo hayan programado con anterioridad.

En el **Anexo 1**, se da a conocer varios el detalle del portafolio de proyectos con su respectivo presupuesto, y en el **Anexo 4** el detalle de cada programa, con los tiempos establecidos, beneficiarios, el presupuesto asignado a cada actividad, en otros son gestionados a través del GAD Provincial del Guayas. En la **Tabla 20** se detallan los valores que tienen cada programa que conforman el portafolio de proyectos, dentro de ellos se pueden encontrar cuáles han sido realizados por cada Dirección.

Los proyectos que se realizan como Administración Directa (AD), son aquellos que se realizan en conjunto con el o los GAD intervinientes en la realización del mismo, a falta del recurso económico, mediante el cual el GPG puede facilitar personal a su cargo o maquinarias para satisfacer las necesidades sociales y de salud de otros GAD como por ejemplo: talleres de capacitación en diferentes cantones acerca de manualidades donde el GAD interesado disponga de la infraestructura y demás implementos para impartirlo, y el GPG del personal capacitado en dicha área, así como también la limpieza de malaria, brigadas de fumigación, entre otros.

Los proyectos de Administración Directa no afectan el presupuesto institucional por las características antes mencionadas, sino más bien fortalecen las obras sociales, con el fin de precautelar la salud de los guayasenses. En la sesión de Consejo, celebrada el 9 de mayo del 2017, se aprobó el incremento del techo presupuestario por un monto de \$1,341,951.74, siendo el actual presupuesto de \$231,557,043.17. (20)

Tabla 20 Presupuesto del Portafolio de cada programa

No.	PROGRAMA	CANTIDAD	PRESUPUESTO
1	P1	69	\$ 4,784,417.17
2	P2	5	\$ 35,267.00
3	P3	6	-
4	P4	4	\$ 649,278.00
5	P5	5	\$ 2,224,586.00
6	P6	4	-
7	P7	2	-
8	P8	6	-
9	P9	4	\$ 102,000.00
10	P10	5	\$ 39,000.00
11	P11	1	\$ 39,000.00
12	P12	4	-
13	P13	5	\$ 164,000.00
14	P14	1	\$ 36,000.00
15	P15	2	-
16	P16	2	\$ 5,400.00
17	P17	1	-
18	P18	4	\$ 205,000.00
19	P19	1	\$ 65,000.00
20	P20	2	ADM. DIRECTA
21	P21	4	\$ 43,527.00
22	P22	2	\$ 5,900.00
23	P23	4	\$ 79,373.00
24	P24	2	\$ 79,990.00
25	P25	5	\$ 280,000.00
26	P26	9	\$ 83,810.00
27	P27	4	\$ 280,000.00
28	P28	1	\$ 3,262,345.26
29	P29	1	\$ 5,476,890.82
30	P30	1	\$ 10,892,164.38
31	P31	7	-
32	P32	1	-
33	P33	9	-
34	P34	1	-
35	P35	1	-
36	P36	65	\$ 741,000.00
37	P37	6	-
38	P38	1	-
39	P39	4	\$ 332,000.00
40	P40	1	\$ 74,951.69
41	P41	5	-
42	P42	4	-
43	P43	8	-
44	P44	1	-
45	P45	2	ADM. DIRECTA
46	P46	1	ADM. DIRECTA
47	P47	1	\$ 12,000.00
48	P48	4	ADM. DIRECTA
49	P49	1	ADM. DIRECTA
50	P50	3	\$ 24,000.00
51	P51	1	\$ 114,000.00
52	P52	9	-
53	P53	3	\$ 189,995.55
54	P54	9	\$ 4,840,188.72
55	P55	21	\$ 1,255,339.85
56	P56	2	\$ 857,124.51
57	P57	1	\$ 40,000.00
58	P58	1	\$ 30,000.00
59	P59	1	\$ 80,000.00
TOTALES		340	\$ 37,423,548.95

Fuente: Dirección Provincial Financiera del GAD del Guayas.
Elaboración propia

3.10.4 Proyectos asignados a los cantones de la Provincia del Guayas.

Los proyectos realizados en cada cantón se representan mediante la **Tabla 21** en la cual se evidencia que los cantones Colimes, Crnl. Marcelino Maridueña, El Triunfo y Samborondón, no han sido atendidos en su totalidad, mientras que se les ha dado prioridad a otros cantones por encontrarse en las zonas de alta vulnerabilidad.

Tabla 21 Proyectos asignados a los GAD Provinciales del Guayas.

No.	Nombre de cantón	Proyectos Propuestos	Proyectos ejecutados	No ejecutados
1	ALFREDO BAQUERIZO MORENO (JÚJAN)	4	4	0
2	BALAO	2	4	2
3	BALZAR	4	4	0
4	COLIMES	3	1	-2
5	CRNL. MARCELINO MARIDUEÑA	0	0	0
6	DAULE	5	9	4
7	DURÁN	2	2	0
8	EL EMPALME	2	5	3
9	EL TRIUNFO	3	0	-3
10	GRAL. ANTONIO ELIZALDE (BUCAY)	0	1	1
11	GUAYAQUIL	3	8	5
12	ISIDRO AYORA	1	3	2
13	LOMAS DE SARGENTILLO	0	0	0
14	MILAGRO	4	8	4
15	NARANJAL	3	12	9
16	NARANJITO	3	3	0
17	NOBOL	0	1	1
18	PALESTINA	1	1	0
19	PEDRO CARBO	0	3	3
20	PLAYAS	2	2	0
21	SALITRE	1	5	4
22	SAMBORONDON	1	0	-1
23	SANTA LUCIA	1	4	3
24	SIMÓN BOLÍVAR	1	2	1
25	YAGUACHI	2	2	0
TOTALES		48	84	36

Fuente: Dirección Provincial Financiera del GAD del Guayas.
Elaboración propia.

CAPÍTULO IV

MODELO DE OPTIMIZACIÓN

4. Introducción

La metodología de esta investigación está basada en la teoría de los modelos de programación matemática, lineal y entera mixta (MIP), en particular la aplicación del modelo de asignación, el mismo que decide si invertir o no el recurso financiero disponible, es decir aplicando una variable binaria y variables independientes. El modelo matemático propuesto se implementa luego en un Software con algoritmos basados en el estado del arte (GAMS), el mismo que permite determinar el óptimo de los recursos financieros asignados y el número de obras a realizarse en cada uno de los cantones, así como también servirá para analizar la cobertura en la ejecución de obras y establecer la necesidad de realizar préstamos a Instituciones Financieras alineadas a las políticas Gubernamentales vigentes, para cumplir con proyectos pendientes.

Dentro de los rubros que tiene el GAD provincial del Guayas se tiene como ingresos: impuestos tasas y contribuciones, los mismos que se realizarán sobre la base de lo que se espera recaudar en el año 2017, en cumplimiento a las leyes y ordenanzas tributarias que facultan su cobro, siendo responsabilidad de la Dirección relacionada con las ordenanzas. Los gastos que se presentan son: corrientes, tales como sueldos, servicios básicos, mantenimiento de mobiliarios y otros; así como también los gastos de inversión, mismos que se asignan a obras por medio del programa de proyectos y actividades destinadas al beneficio de la población guayasense para el desarrollo social, considerando que no formen parte del costo operativo.

Adicionalmente se presentan gastos de capital, los mismos que son destinados para adquisición de bienes de larga duración que fortalecen el patrimonio institucional.

4.1 Diseño del Modelo matemático

El Gobierno Provincial del Guayas realiza varios proyectos al mismo tiempo, en un tiempo no mayor a 360 días a partir de la fecha de inicio, indistintamente de la magnitud del proyecto; aunque algunos se pueden extender debido su complejidad.

Todos los proyectos institucionales son solicitados por las Direcciones Provinciales del GAD del Guayas, mismas que no deben exceder del presupuesto asignado en el POA, salvo si la necesidad institucional lo amerita. Los proyectos solicitados por los cantones, son redirigidos a las Direcciones pertinentes en virtud de lo requerido, en su mayoría se tratan aquellos que se encuentran dentro de la programación del año 2017, el resto de proyectos solicitados durante el año en mención son adjuntados a la matriz de proyectos para el próximo año salvo se sugiera atender inmediatamente los mismos, comúnmente se los realiza por medio de la administración directa, mediante el cual el personal del GAD del Guayas puede prestar sus servicios y el GAD solicitante la maquinaria, infraestructura y viceversa, dependiendo de la característica del proyecto.

En virtud de la problemática de no tener un presupuesto asignado para cada cantón que cubra la mayor cantidad de proyectos solicitados se plantea un modelo MIP, mismo que pretende maximizar el número de proyectos a ejecutarse en función del valor monetario, de tal manera que no exceda el presupuesto institucional, beneficiando a más ciudadanos.

Los proyectos a ejecutarse deben relacionarse entre sí, de tal manera que se realicen al mismo tiempo, manteniendo la sinergia en función de la priorización de los cantones considerados entre las zonas de mayor vulnerabilidad y densidad poblacional.

4.2 Definición de las variables

4.2.1 Conjuntos

i = Representa los **proyectos** propuestos por el GAD del Guayas en el año 2017.

j = Representa los **cantones** de la provincia del Guayas.

k = Representa los **programas** del Gobierno Provincial del Guayas 2017.

l = Representa las **direcciones** del Gobierno Provincial del Guayas 2017.

4.2.2 Parámetros

p_i = presupuesto necesario para realizar el proyecto i (expresado en dólares).

Vp_j = indicará la prioridad de realiza un proyecto en el cantón j ;

donde 1 es menos prioritario y 5 es más prioritario.

$Nmin_j$ = número mínimo esperado de proyectos a realizarse en cada cantón j .

N_i = número de cantones en el que se ejecuta el proyecto i

$$A_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{si el proyecto } i \text{ beneficiará al cantón } j. \\ 0, & \text{caso contrario.} \end{cases}$$

$$B_{i,k} = \begin{cases} 1, & \text{si el proyecto } i \text{ pertenece al programa } k. \\ 0, & \text{caso contrario.} \end{cases}$$

$$D_{i,l} = \begin{cases} 1, & \text{si el proyecto } i \text{ pertenece a la dirección } l. \\ 0, & \text{caso contrario.} \end{cases}$$

4.2.3 Variables de decisión

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{si el proyecto } i \text{ fue seleccionado.} \\ 0, & \text{caso contrario.} \end{cases}$$

$$y_{k,j} = \begin{cases} 1, & \text{si el programa } k \text{ se está ejecutando en el cantón } j. \\ 0, & \text{caso contrario.} \end{cases}$$

4.2.4 Variables de estado

Cd_j : presupuesto asignado a cada cantón j .

Cp_j : número de proyectos a ejecutarse en cada cantón j .

$Proyd_k$: presupuesto asignado a cada programa k .

$Proyp_k$: número de proyectos a ejecutarse a través de cada programa k .

$Dird_l$: presupuesto asignado a cada dirección l .

$Dirp_l$: número de proyectos a ejecutarse por cada dirección l .

Cn_j : número de programas ejecutados en el cantón j .

4.3 Función objetivo

$$z = \max \sum_j Vp_j * Cp_j \quad (4.1)$$

4.3.1 Restricciones

Los proyectos a ejecutarse no deben exceder del presupuesto institucional. (4.2)

Inversión ≤ Presupuesto

La inversión total será igual a la suma del presupuesto de aquellos proyectos que serán ejecutados. (4.3)

$$\sum_i x_i * p_i = \text{Inversión}$$

El presupuesto asignado a cada cantón j será igual a la suma de todos los proyectos ejecutados en ese cantón, considerando que si un proyecto se ejecuta en más de un cantón la repartición del presupuesto será equitativa. (4. 4)

$$Cd_j = \frac{\sum_i A_{i,j} * [x_i * p_i]}{N_i} \quad ; \quad \forall_j$$

El total de proyectos asignados en cada cantón j será igual a la suma de los proyectos a ejecutarse en dicho cantón. (4. 5)

$$Cp_j = \sum_i A_{i,j} * x_i \quad ; \quad \forall_j$$

El presupuesto asignado a cada programa k será igual a la suma de todos los proyectos ejecutados dentro de ese programa, considerando que si un proyecto se ejecuta en más de un programa la repartición del presupuesto será equitativa. (4. 6)

$$Proyd_k = \frac{\sum_i B_{i,k} * [x_i * p_i]}{N_i} \quad ; \quad \forall_k$$

El total de proyectos asignados en a cada programa k será igual a la suma de los proyectos a ejecutarse dentro de ese programa. (4. 7)

$$Proyp_k = \sum_i B_{i,k} * x_i \quad ; \quad \forall_k$$

El presupuesto asignado a cada Dirección l será igual a la suma de todos los proyectos ejecutados a través de esa Dirección, considerando que si un proyecto se ejecuta en más de una Dirección, la repartición del presupuesto será equitativa. (4. 8)

$$Dir d_l = \frac{\sum_i D_{i,l} * [x_i * p_i]}{N_i} ; \forall_l$$

El total de proyectos asignados a cada Dirección l será igual a la suma de los proyectos a ejecutarse a través de esa Dirección. (4. 9)

$$Dir p_l = \sum_i D_{i,l} * x_i ; \forall_l$$

El total de programas que se están ejecutando en el cantón j será igual a la suma de todos los programas que se ejecuten en ese cantón. (4. 10)

$$C n_j = \sum_k y_{k,j} ; \forall_j$$

Relaciona las dos variables de decisión existentes. $y_{k,j}$ Será 1 sí x_i es 1 para al menos un proyecto a ejecutarse dentro de un programa k . (4. 11)

$$\sum_i B_{k,i} * A_{i,j} * x_i \leq M * y_{k,j} ; \forall_{k,j}$$

El número de proyectos a ejecutarse en cada cantón j , debe ser al menos igual que el número mínimo esperado de proyectos a ejecutarse en el cantón j . (4. 12)

$$C p_j \geq N min_j ; \forall_j$$

El porcentaje de dólares asignado a cada cantón j será igual a la división entre los dólares asignados a dicho cantón con el presupuesto total a invertir por parte del GAD del Guayas. (4. 13)

$$Porc_j = \frac{Cd_j}{Presupuesto} * 100 \quad ; \quad \forall_j$$

$$x_i, y_{k,j} \in \{0, 1\} \quad \forall_{i,k,j}$$

4.4 Modelización en GAMS

Este modelo matemático de programación entera mixta, pretende maximizar el número de proyectos en función de los recursos (4. 1) , de tal manera que la inversión realizada no exceda del presupuesto institucional (4. 2) y el presupuesto de cada proyecto i sea igual a la inversión generada (4. 3) .

La ecuación (4. 4) representa el presupuesto asignado a cada cantón con respecto al número de proyectos solicitados por cada cantón, mientras que la ecuación (4. 5) los proyectos asignados. De la misma forma la ecuación (4. 6) representa algebraicamente el presupuesto asignado a cada programa y la ecuación (4. 7), los proyectos que se ejecutarán en ellos. En la ecuación (4. 8) se representa el presupuesto asignado a cada Dirección Provincial y así como en la ecuación (4. 9) los proyectos asignados.

La ecuación (4. 10) representa si cada programa i se ejecuta en el cantón j , mientras que la ecuación (4. 11) determina si cada se está ejecutando dicho programa. El número de proyectos asignados a cada cantón debe ser mayor o igual que el mínimo de proyectos requeridos (4. 12) y la ponderación asignada a la inversión realizada es la relación entre el presupuesto asignado a cada cantón, respecto al número de proyectos programados en el año 2017 (4. 13) .

4.4.1 DATA

\$GDXIN PROYECTOFINAL.gdx

Sets

i proyectos
\$LOAD i
j cantones
\$LOAD j
k programas ;
\$LOAD k
Set l direcciones;
\$LOAD l

Parameters

P(i) Presupuesto del proyecto i
\$LOAD P
Vp(j) Priorización en la asignación de proyectos a los cantones j
\$LOAD Vp
Nmin(j) Número mínimo de proyectos a ejecutar en el cantón j
\$LOAD Nmin
A(i,j) Matriz de proyectos i solicitados por el cantón j
\$LOAD A
B(i,k) Matriz de proyectos i que pertenecen al programa k
\$LOAD B
D(i,l) Matriz de proyectos i que pertenecen a la dirección k
\$LOAD D
N(i) Numero de cantones en el que se ejecuta el proyecto i
\$Load N
\$GDXIN

scalar

Presupuesto / 231557043.17/
M /100000/

Binary Variable

$x(i)$ 1 si el proyecto i es asignado 0 si no
 $Y(k,j)$ 1 si el programa k se está ejecutando en el cantón j
0 si no.

Variable

Z
 $Cd(j)$ Presupuesto asignado a cada cantón j
 $Cp(j)$ Número de proyectos asignados a cada cantón j
 $Progd(k)$ Presupuesto asignado a cada programa k
 $Progp(k)$ Número de proyectos requeridos por cada programa k
 $Dird(l)$ Presupuesto asignado a cada dirección l
 $Dirp(l)$ Número de proyectos requeridos x cada dirección l
 $Cn(j)$ Número de programas ejecutados en el cantón j
 $Porc(j)$ Porcentaje asignado del presupuesto a cada cantón j
Inversión Inversión asignada a cada proyecto del GAD del Guayas
2017

Equations

F0 Función Objetivo
PTTO Presupuesto Institucional 2017
Nminimo Número mínimo de proyectos 2017
Porcentaje Ponderación de cada proyecto
R1 Proyectos asignados a los cantones
R2 Recursos asignado al cantón j
R3 Proyectos asignados al programa k
R4 Recursos asignado al programa k
R5 Proyectos asignados a la Dirección l
R6 Recursos asignado a la Dirección l
R7 Proyectos del programa k para el cantón j
R8 Determina si el programa k es ejecutado en el
cantón j ;
R9 Recursos financieros invertidos en el proyecto i

```
F0..          z=e=sum(j,Cp(j)*Vp(j));

PTT0..        Inversion=l=Presupuesto;

Nminimo(j)..  Cp(j)=g=Nmin(j);

Porcentaje(j).. Porc(j)=e=(Cd(j)/Presupuesto)*100;

R1(j)..       Cp(j)=e=sum(i,A(i,j)*x(i));

R2(j)..       Cd(j)=e=sum(i,A(i,j)*x(i)*P(i)/N(i));

R3(k)..       Progp(k)=e=sum(i,B(i,k)*x(i));

R4(k)..       Progd(k)=e=sum(i,B(i,k)*x(i)*P(i)/N(i));

R5(l)..       Dirp(l)=e=sum(i,D(i,l)*x(i));

R6(l)..       Dird(l)=e=sum(i,D(i,l)*x(i)*P(i)/N(i));

R7(j)..       Cn(j)=e=sum(k,Y(k,j));

R8(k,j)..     sum(i,B(i,k)*A(i,j)*x(i))=l=M*Y(k,j);

R9 ..        sum(i,x(i)*P(i))=e=Inversion;

x.fx('pro26')=1;
x.fx('pro27')=1;
x.fx('pro33')=1;
x.fx('pro34')=1;

Option optcr=0.0;
Option reslim=9E9;

Model Tesis /all/
Solve Tesis using MIP max z
display
x.l,Cd.l,Cp.l,Progd.l,Progp.l,Dird.l,Dirp.l,Cn.l,Porc.l,Inversion.l
```

4.5 Resultados

4.5.1 Recursos Financieros asignados a cada cantón del GAD Guayas

Los resultados obtenidos de la modelización realizada en GAMS en la asignación de recursos financieros a los cantones de la provincia del Guayas, se representan en la **Tabla 22** mediante el cual se indica que la inversión realizada no excede el presupuesto institucional del Gobierno Provincial del Guayas, atendiendo la mayor cantidad de proyectos posibles solicitados por cada uno de los cantones y la diferencia será destinada a realizar otros proyectos en vías concesionadas para su respectivo mantenimiento y construcción; y aquellos destinados al pago de remuneraciones, Concesiones, cuentas por pagar, PAC administrativo, PAC de la Dirección de Comunicación Social, IVA y empresas públicas como INVERGUAYAS y CONSTRUGUAYAS.

Tabla 22 Proyectos y recursos financieros asignados a cada cantón

No.	Cantones	Proyectos	Recursos (\$)	Porcentaje asignado
1	ALFREDO BAQUERIZO MORENO (JÚJAN)	51	\$ 1,202,838.20	0.519
2	BALAO	53	\$ 276,801.31	0.120
3	BALZAR	64	\$ 385,941.66	0.167
4	COLIMES	53	\$ 195,381.50	0.084
5	CRNL. MARCELINO MARIDUEÑA	51	\$ 88,322.37	0.038
6	DAULE	74	\$ 2,911,638.19	1.257
7	DURÁN	58	\$ 139,941.66	0.060
8	EL EMPALME	62	\$ 436,608.09	0.189
9	EL TRIUNFO	56	\$ 86,608.09	0.037
10	GRAL. ANTONIO ELIZALDE (BUCAJ)	55	\$ 97,108.09	0.042
11	GUAYAQUIL	147	\$ 6,013,544.26	2.597
12	ISIDRO AYORA	60	\$ 131,608.09	0.057
13	LOMAS DE SARGENTILLO	56	\$ 101,117.09	0.044
14	MILAGRO	71	\$ 682,773.54	0.295
15	NARANJAL	64	\$ 1,206,498.73	0.521
16	NARANJITO	51	\$ 146,508.09	0.063
17	NOBOL	57	\$ 101,117.09	0.044
18	PALESTINA	57	\$ 337,709.66	0.146
19	PEDRO CARBO	57	\$ 93,667.21	0.040
20	PLAYAS	53	\$ 93,108.09	0.040
21	SALITRE	62	\$ 1,415,842.33	0.611
22	SAMBORONDON	58	\$ 162,095.78	0.070
23	SANTA LUCÍA	59	\$ 162,330.94	0.070
24	SIMÓN BOLÍVAR	54	\$ 86,608.09	0.037
25	YAGUACHI	60	\$ 179,330.94	0.077
	TOTALES	1543	\$ 16,735,049.07	7.225
	VARIOS CANTONES	19	\$ 13,878,080	5.993
	NO DEFINIDO	21	\$ 45,500	0.020
	PREFECTURA	29	\$ 199,954,300.00	86.352
	TOTALES	1612	\$ 230,612,929	99.590

Elaboración propia.

Nota 1: Existen proyectos que no definen a qué cantón beneficiar específicamente, se lo ejecuta en función de la necesidad guayasense.

Nota 2: El 86.35% del presupuesto asignado se destina para construcción, rehabilitación de vías, Dragado del Islote el Palmar y demás proyectos que benefician a todos los cantones.

4.5.2 Recursos Financieros asignados a cada Dirección Provincial del GPG

Los resultados para las Direcciones Provinciales del GAD del Guayas, se reflejan también en el número de proyectos y presupuesto asignado, teniendo como meta el cumplimiento los proyectos en un periodo no mayor a 360 días, mediante el cual áreas como Obras Públicas; Riego, Drenaje y Dragas; y Estudios y Proyectos tienen mayor asignación de presupuesto y proyectos por ser Direcciones de mayor operatividad en los proyectos destinados a cada cantón. (Ver **Tabla 23**)

Direcciones como Planificación Institucional, Secretaría General y la Procuraduría Síndica, ejecutan proyecto alguno por ser Direcciones que gestionan la realización de proyectos internos y para uno de los cantones.

Tabla 23 Proyectos y recursos financieros asignados a las Direcciones Provinciales del GPG 2017

Direcciones	Proyectos	Presupuesto
ADMINISTRATIVO	29	\$ 199,950,000.00
BIENESTAR ANIMAL Y SOCIAL	5	\$ 125,060.00
COMUNICACIÓN SOCIAL	17	\$ 2,885,300
CONCESIONES	6	\$ -
CENTRO TECNOLÓGICO POPULAR	13	\$ -
CULTURA	10	\$ 56,800.00
DEPORTES Y RECREACIÓN	10	\$ 59,440.00
DESARROLLO COMUNITARIO	22	\$ 275,400.00
EQUIDAD SOCIAL Y GÉNERO	12	\$ 50,368.13
CENTRO INTEGRAL DE EQUINOTERAPIA	12	\$ 14,399.60
ESTUDIOS Y PROYECTOS	15	\$ 14,476,000.00
FINANCIERO	1	\$ 40,000.00
GESTIÓN AMBIENTAL	8	\$ -
INTELIGENCIA TERRITORIAL	9	\$ -
MEDIACIÓN	2	\$ -
OBRAS PÚBLICAS	80	\$ 1,148,000.00
PLANIFICACIÓN INSTITUCIONAL	18	\$ -
PROCURADURÍA SÍNDICA	0	\$ -
PRODUCTIVIDAD Y DESARROLLO	14	\$ 64,714.29
PROMOCIÓN Y ATENCIÓN CIUDADANA	9	\$ -
RIEGO, DRENAJE Y DRAGAS	58	\$ 8,402,200.00
SECRETARÍA GENERAL	0	\$ -
TALENTO HUMANO	2	\$ -
TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN	22	\$ 291,050.00
TURISMO	10	\$ 14,229
TOTALES	384	\$ 227,852,961

Elaboración propia.

4.5.3 Recursos Financieros asignados a cada Programa del GPG.

Es importante enfatizar los programas de mayor inversión, mismos que definen la postura institucional en la labor de servir a los ciudadanos guayasenses (Ver **Tabla 24**) tales como Fortalecimiento Institucional (Prog9), abarca, todos los proyectos relacionados directamente con las funciones internas del GAD del Guayas y la relación entre los GAD para la ejecución de nuevas obras.

La construcción de puentes (Prog13) es uno de los programas más relevantes, por tener un enfoque económico al servir como nexo en las actividades de comercio entre cantones y diversificar sus productos o servicios a otras provincias. Estudios y diseños para vías en varios cantones (Prog40).

Los convenios a favor de la salud Guayasense (Prog36), promoción e inclusión social para personas con discapacidades (Prog39), tienen un enfoque social, en virtud de la alta demanda de ciudadanos que necesitan ser atendidos por medio de brigadas médicas y de fumigación, atención a niños en el Centro Integral de Equinoterapia bajo prescripción médica y también a personas con discapacidades especiales, la atención social ha sido sin duda alguna el factor principal del servicio a los y las guayasenses.

Programas como apoyo a sistemas de riego y drenaje (Prog47), Desazolve³⁵ de canales (Prog43), mejoramiento de las secciones hidráulicas de los cauces³⁶ naturales (Prog48) y sostenibilidad de la cantidad y calidad de Agua para Riego (Prog49), tienen un enfoque ambiental en virtud de las afluentes, caudales y afines, expuestos a la contaminación que se pueda generar en ellos, por tal motivo el GAD del Guayas, en cumplimiento a las ordenanzas ambientales que posee, ejecuta programas de acción para precautelar la destrucción de los mismos, ayudando al mejor trato del agua en los cantones de la Provincia.

³⁵ **Desazolve:** limpiar los conductos o tuberías por el cual circula el agua y extraer residuos contaminantes.

³⁶ **Cauces** : lugar donde fluye la corriente entre orillas o riberas que desembocan en río o su similar.

Tabla 24 Proyectos y recursos financieros asignados a programas del GPG 2017

Progp	Detalle	Proyectos	Presupuesto
Prog1	RESCATE Y RECUPERACIÓN ANIMAL RECUPERACIÓN ANIMAL	7	\$ 130,457.41
Prog2	DIFUSIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL GOBIERNO PROVINCIAL DEL GUAYAS	4	\$ -
Prog3	AMPLIACIÓN DE VÍAS CONCESIONADAS DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS	6	\$ 36,168,780.00
Prog4	FOMENTO A LAS ARTES ESCÉNICAS Y PLÁSTICAS	4	\$ 10,500.00
Prog5	MASIFICACIÓN DEPORTIVA	5	\$ 58,000.00
Prog6	PC DESARROLLO TERRITORIAL / EDUCACIÓN FAMILIAR INCLUSIVA	3	\$ -
Prog7	EMPRENDIMIENTO SOCIOECONÓMICO	2	\$ 5,900.00
Prog8	EDUCACIÓN FAMILIAR INCLUSIVA	4	\$ 29,959.13
Prog9	FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	69	\$ 162,489,000.00
Prog10	MEJORAMIENTO DE VÍAS DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS	10	\$ 139,311.78
Prog11	REHABILITACIÓN DE VÍAS EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS	1	\$ 3,262,345.26
Prog12	MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS	0	\$ -
Prog13	CONSTRUCCIÓN DE PUENTES EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS	1	\$ 10,892,160.00
Prog14	GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS	7	\$ -
Prog15	GESTIÓN DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS	1	\$ -
Prog16	AUDIENCIAS DE MEDIACIÓN	1	\$ -
Prog17	MANTENIMIENTO PÉTREO DE CAMINOS	65	\$ 741,000.00
Prog18	LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE POZOS DE AGUA	1	\$ -
Prog19	CONVENIOS	4	\$ 332,000.00
Prog20	PROCESO DE RENDICIÓN DE CUENTAS 2016	5	\$ -
Prog21	PROCESO DE PRESUPUESTO PARTICIPATIVO 2018	4	\$ -
Prog22	PROCESO DE APOYO ALA COMISIÓN TÉCNICA DE LÍMITES	1	\$ -
Prog23	CAPACITACIÓN EN PISCICULTURA	2	\$ -
Prog24	GANADERÍA SOSTENIBLE	1	\$ -
Prog25	CAPACITACIÓN CONTINUA PARA MEJORAMIENTO PRODUCTIVO PECUARIO	2	\$ 1,714.29
Prog26	IMPLEMENTACIÓN DE EMPRENDIMIENTO PARA MUJERES DEL SECTOR RURAL	4	\$ -
Prog27	COLOCACIÓN DE PUBLICIDAD INSTITUCIONAL COMO MEDIO PARA POSICIONAR LA MARCA	4	\$ 649,278.00
Prog28	PROCESOS DE CONTROL CIUDADANO Y ACCESIBILIDAD DE INFORMACIÓN	5	\$ 2,224,586.00
Prog29	CONSTRUCCIÓN DE VÍAS EN EL ÁREA CONCESIONADA DE LA PROVINCIA	2	\$ -
Prog30	IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA ERRADICAR EL ANALFABETISMO	13	\$ -
Prog31	RESCATE DE LAS TRADICIONES COSTUMBRES DEL FOLCLORE, ARTE Y CULTURA	5	\$ 6,500.00
Prog32	ACTIVIDADES DEPORTIVAS ALTERNATIVAS A LOS DEPORTES TRADICION	4	\$ 39,000.00
Prog33	COMPETENCIAS DEPORTIVAS ENTRE LOS NIÑOS, NIÑAS Y ADOLESCENTE	1	\$ 1,440.00
Prog34	PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES A TRAVÉS DE LAS BRIGADAS MÉDICAS	5	\$ -
Prog35	CAPACITACIÓN COMUNITARIA Y MICROEMPRENDIMIENTO	10	\$ -
Prog36	CONVENIOS INSTITUCIONALES A FAVOR DE LA SALUD DE LOS GUAYASENSE	4	\$ 205,000.00
Prog37	PARTICIPACIÓN CIUDADANA PARA EL DESARROLLO TERRITORIAL	3	\$ 14,509.00
Prog38	ORGANIZACIÓN DE CAPACITACIONES DIRIGIDO A PADRES DE FAMILIA	2	\$ 3,199.60
Prog39	PROMOCIÓN E INCLUSIÓN SOCIAL PARA REHABILITACIÓN DE LAS PERSONAS	5	\$ 11,200.00
Prog40	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE VÍAS PARA VARIOS CANTONES DE LA PROVINCIA	3	\$ 182,593.22
Prog41	PROMOCIÓN DE LOS SERVICIOS QUE BRINDA EL CENTRO DE MEDIACIÓN	1	\$ -
Prog42	MANTENIMIENTO DE CAMINOS CON DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL B	9	\$ -
Prog43	LIMPIEZA Y DEZASOLVE DE CANALES Y ESTEROS EN VARIOS SECTORES	1	\$ 74,951.69
Prog44	PROCESO DE ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL	8	\$ -
Prog45	CENTRO DE VENTA DEHORTALIZAS ORGÁNICAS EN LOS CANTONES DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS	1	\$ -
Prog46	AMPLIACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO Y DRENAJE EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS	3	\$ 16,195.15
Prog47	APOYO A SISTEMAS DE RIEGO Y DRENAJE COMUNITARIOS/ FORTALECIMIENTO	9	\$ 4,840,188.72
Prog48	MEJORAMIENTO DE LAS SECCIONES HIDRÁULICAS DE LOS CAUCES NATURALES	25	\$ 916,896.25
Prog49	SOSTENIBILIDAD DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO	2	\$ 857,124.51
Prog50	SERVICIO PARA PROMOVEER EL TURISMO FLUVIAL Y EDUCATIVO EN LA PROVINCIA	1	\$ 1,600.00
Prog51	SERVICIO DE DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN TURÍSTICA DIGITAL EN VARIOS CANTONES	1	\$ 1,200.00
Prog52	SERVICIO PARA LA ORGANIZACIÓN Y EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES ECUESTRES	1	\$ 11,428.57
Prog53	Proyectos que no pertenecen a ningún programa	42	\$ 3,578,736.70
TOTAL		384	\$ 227,896,755.27

Elaboración propia

4.6 Sinergia en la asignación de proyectos a cantones.

En la **Tabla 25** se muestra los resultados obtenidos de la modelización realizada, mediante el cual se logró maximizar los proyectos a cada cantón, mismos que están en función de los recursos asignados a los mismos, de tal manera que no se vea afectado el presupuesto institucional del Gobierno provincial del Guayas.

Se puede abarcar más proyectos enfocados al ámbito social, mediante el cual algunos fueron realizados por medio de la administración directa y otros que al inicio no tenían presupuesto alguno asignado por no saber si realizarlo o reformarlo. De esta manera se evidencia que no se considera necesario realizar préstamo alguno a entidades como el Banco Central y afines, ya que esto incurriría en realizar ajustes para el siguiente año en la cual no tan sólo disminuyan los proyectos institucionales sino también los Municipales, pese a tener ingresos de las Ordenanzas ambientales y demás rubros que facultan el desarrollo de cada proceso.

Tabla 25 Sinergia simulada en la asignación de programas a los cantones del Guayas.

ESCENARIO			Priori	Simulado-GAMS	
Zonas	Cantones	Prioridad	Cn	Cn	Presupuesto
1	Balzar, Colimes, Daule, El Empalme, Nobol, Palestina, Salitre, Santa Lucía.	5	191	192	\$ 5,946,569.46
5	Jújan, Marcelino Maridueña, Milagro, Naranjito, Simón Bolívar, Yaguachi.	4	131	130	\$ 2,386,381.23
3	Durán, Guayaquil, Playas, Samborondón.	3	93	94	\$ 6,408,689.79
4	Balao, El Triunfo, Bucay, Naranjal.	2	89	92	\$ 1,667,016
2	Isidro Ayora, Lomas de Sargentillo, Pedro Carbo.	1	68	66	\$ 326,392
TOTALES PARA CADA ZONA					\$ 16,735,049
	VARIOS CANTONES	0.5	0	0	\$ 13,878,080
	NO DEFINIDO	0.5	1	1	\$ 45,500
	PREFECTURA	0.5	2	2	\$ 199,954,300
TOTALES PARA CADA ZONA					\$ 230,612,929

Elaboración propia.

Se asignó prioridad 0.5 en virtud de que algunos proyectos son tratados para varios cantones, en ciertos casos gestionados por medio de la administración directa.

CAPÍTULO V

5. Conclusiones y recomendaciones

Asignar recursos financieros en base a la disponibilidad presupuestaria no es tarea fácil en la mayoría de los casos, puesto que en las grandes Instituciones se deben cumplir con los objetivos estratégicos que permitan cumplir con todos los proyectos propuestos a inicios del año. En las Instituciones Públicas gestionar esto ha sido muy complejo, en virtud del sinnúmero de procesos que se deben cumplir para diferentes áreas, de esta manera el Gobierno Provincial del Guayas, por tener en su mayoría proyectos con enfoque social, permite destinar una parte del presupuesto a todos los cantones de la provincia del Guayas, otra al mantenimiento, rehabilitación y construcción de vías de primero y segundo orden que colindan con y entre cantones, y otras asignadas al pago de remuneraciones, reajustes de presupuesto en obras de años anteriores con créditos solicitados al banco del Estado, Proceso de Contratación y CONGOPE.

Este modelo matemático aplicado, ha sido fundamental en este trabajo investigativo, debido a que permite identificar la asignación óptima de los recursos para cada cantón en virtud de los proyectos requeridos, de esta manera el presupuesto institucional del GAD del Guayas utilizado, ha sido de \$230,612,929.07 en relación al \$231,557,043.17; lo que significa que la diferencia puede ser destinada a para la ejecución de proyectos que se soliciten durante el año 2017 o se fortalezca aquellos que se estén ejecutando, caso contrario se presupuestaría ese capital para proyectos a realizarse el año siguiente. (Ver **Tabla 26**)

Tabla 26 Recursos Financieros disponibles

GOBIERNO PROVINCIAL DEL GUAYAS		INVERSIÓN
PRESUPUESTO INSTITUCIONAL PROPUESTO	\$ 231,557,043.17	99.59%
INVERSIÓN ASIGNADA (SIMULADO EN GAMS)	\$ 230,612,929.07	
DIFERENCIA	\$ 944,114.10	0.41%

Elaboración propia

Mediante la modelización realizada en GAMS los datos se ajustan al modelo propuesto debido al óptimo resultado obtenido en la asignación de recursos financieros a los cantones, partiendo desde una línea base de proyectos mínimos requeridos por cada uno de los cantones a través de las Direcciones Provinciales del GPG del Guayas como lo indica la **Tabla 27**.

Tabla 27 Programas asignados a cantones en orden de prioridad.

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DEL GUAYAS AÑO 2017														
PROGRAMAS ASIGNADOS A LOS CANTONES MÁS PRIORITARIOS														
Zona No. 1			Zona No. 5			Zona No. 3			Zona No. 4			Zona No. 2		
Cantones	NS	S	Cantones	NS	S	Cantones	NS	S	Cantone	NS	S	Cantones	NS	S
Balzar	25	24	Alf. Baq. (Jújan)	18	18	Durán	22	23	Balao	22	22	Isidro Ayora	22	21
Colimes	22	22	Marcelino Maridueña	19	19	Guayaquil	32	32	El Triunfo	21	22	Lomas de Sargentill	24	23
Daule	21	26	Milagro	29	29	Playas	18	18	Bucay	23	23	Pedro Carbo	22	22
El Empalmé	24	24	Naranjito	20	20	Samborondón	21	21	Naranjal	23	25			
Nobol	24	23	Simón Bolívar	21	20									
Palestina	25	25	Yaguachi	24	24									
Salitre	25	25												
Santa Lucía	25	25												

Nota: Ns.- Programas realizado sin Simulación. S.- Programas Simulados en GAMS.

Elaboración propia.

De esta manera la inversión asignada asciende al 99.59% del presupuesto institucional, asignando la mayor cantidad de proyectos posibles a cada cantón y a su vez fortaleciendo las actividades institucionales que realiza el Gobierno Provincial del Guayas. La aplicación de este modelo matemático de optimización, ha disminuido inversión en la asignación de recursos, permitiendo satisfacer las necesidades Municipales de los GAD. Mediante la simulación generada, se evidencia que la inversión realizada es casi en la totalidad del presupuesto institucional programado, así como también proyectos de considerable inversión como lo es el Dragado del Islote el Palmar, mismo que ha sido de vital importancia para Guayaquil, de esta forma se ejecutarán los proyectos propuestos en el POA institucional 2017, en función de los recursos presupuestados, dichos proyectos sustentan el trabajo arduo que realiza el GAD del Guayas en todos los cantones de la provincia.

Adicionalmente, para satisfacer la demanda de los proyectos requeridos por cada cantón se recomienda realizar este modelo por las siguientes razones:

- ✓ Este modelo matemático de optimización se ajusta a los GAD del Ecuador, para optimizar los recursos en cada programa propuesto para la ejecución de proyectos.
- ✓ Determina la relación de los proyectos a ejecutarse en cada cantón, por medio de un programa específico y a través de una Dirección en particular.
- ✓ Ejecuta la sinergia entre proyectos independientemente de la magnitud que posean.
- ✓ Asigna el mayor recurso financiero posible para los grupos más prioritarios.
- ✓ Disminuye la inversión realizada y evitar recurrir a préstamos con entes Gubernamentales para préstamos en la ejecución de los proyectos antes citados.
- ✓ Prevalecen los programas económicos, sociales y ambientales.
- ✓ Obtiene el presupuesto no invertido, mismo que se puede destinar a cumplir otros proyectos o fortalecer los que se están ejecutando.

BIBLIOGRAFÍA

1. EL UNIVERSO. Presupuesto de la Prefectura del Guayas se avala en \$ 230,21 millones. [Online].; 2016 [cited 2017 Noviembre. Available from: <https://www.eluniverso.com/noticias/2016/11/29/nota/5927830/presupuesto-provincial-se-avala-23021-millones>.
2. LEXIS. CODIGO ORGANICO ORGANIZACION TERRITORIAL AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN. [Online].; 2010. Available from: http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf.
3. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización. [Online].; 2013. Available from: http://moodle.bde.fin.ec/moodle/pluginfile.php/309/mod_resource/content/4/C3.pdf.
4. GOBIERNO PROVINCIAL DEL GUAYAS. PRESUPUESTO INSTITUCIONAL 2018. [Online].; 2017 [cited 2017. Available from: <http://www.guayas.gob.ec/dmdocuments/presupuesto/presupuesto-institucional-gpg-2018.pdf>.
5. I.F.O.R.S DEVELOPING COUNTRIES. Optimización multianual de la intervención contra la malaria: un modelo matemático. IFORS. 2016 OCTUBRE 23.
6. Raña J, Ferrer JC, Bedregal P. MODELO DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS EN ATENCIÓN PRIMARIA. Revista médica de Chile. 2007 Enero;: p. 8.
7. Scientific Electronic Library Online. Modelo de asignación de recursos en atención primaria. REVISTA MÉDICA DE CHILE. 2007 Enero; 135: p. 54-62.
8. SAGE JOURNALS. Modelado de optimización para la asignación de recursos en el público chileno. 2015 Febrero 24; 39: p. 22.
9. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC. Población y Demografía. [Online]. Available from: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>.
10. Prefectura del Guayas. Presupuesto Institucional Gobierno Provincial del Guayas 2017. [Online].; 2017 [cited 2018 Marzo. Available from: <http://www.guayas.gob.ec/dmdocuments/ordenanzas/2016/2016-diciembre/PRESUPUESTO-INSTITUCIONAL-2017-2.pdf>.
11. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. CONGOPE. [Online].; 2016. Available from: <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/11/ACUERDO-2016-0053.pdf>.
12. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. CONGOPE. [Online].; 2017. Available from: <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/11/ACU-No.005-31-05-2017.pdf>.
13. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. CONGOPE. [Online].; 2017. Available from: <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/11/Acuerdo-100-2017Ministerio-de-Finanzas-2do-cuatrimestre-1.pdf>.
14. GOBIERNO PROVINCIAL DEL GUAYAS. DEMOGRAFÍA. [Online].; 2016. Available from: <http://www.guayas.gob.ec/demografia>.
15. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. Camino hacia la reducción del riesgo de desastres y fortalecimiento de la resiliencia cantonal. [Online].; 2017 [cited 2017. Available from: <http://eird.org/americas/municipalidad-del-mes/enero-2017.html#.Wu6Jg4iFPIU>.

16. Secretaría de Gestión de Riesgos. Técnicos SGR participan en curso internacional de Resiliencia Territorial en Guayaquil. [Online].; 2017. Available from: <http://www.gestionderiesgos.gob.ec/tecnicos-sgr-participan-en-curso-internacional-de-resiliencia-territorial/>.
17. PREFECTURA DEL GUAYAS. Sistema de Visualización de Vulnerabilidades. [Online]. Available from: <http://ac.ciifen.org/prefectura/>.
18. LEXIS, FINDER. Plataforma Profesional de Investigación Jurídica. [Online].; 2010 [cited 2017 junio. Available from: <http://esilecdata.s3.amazonaws.com/Comunidad/Leyes/CODIGO%20ORGANICO%20DE%20ORGANIZACION%20TERRITORIAL,%20COOTAD%20Reformado%20el%2005-FEB-2018.PDF>.
19. ECUADOR EN CIFRAS. INEC. [Online]. [cited 2018 Junio 29. Available from: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/desempleo-muestra-la-reduccion-mas-significativa-de-los-ultimos-cinco-anos/>.
20. GOBIERNO PROVINCIAL DEL GUAYAS. ACTA SESIÓN ORDINARIA DE CONSEJO, 9 DE MAYO DEL 2017. [Online].; 2017 [cited 2018. Available from: www.guayas.gob.ec/index.php?option=com_docman&Itemid=146&limitstart=5.
21. Sistema de Información Científica Redalyc. Modelo para la asignación de recursos académicos en instituciones educativas utilizando la técnica metaheurística, búsqueda tabú. [Online].; 2011. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=133122679014>.
22. EL UNIVERSO. Aprobado presupuesto 2016 de la Prefectura del Guayas. [Online].; 2016. Available from: <https://www.eluniverso.com/noticias/2015/12/09/nota/5287581/aprobado-presupuesto-2016-prefectura>.
23. INEC. Qué es el Censo de Población y vivienda? [Online]. Available from: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/que-es-el-censo-de-poblacion-y-vivienda-2/>.

ANEXOS

A. Detalle de programas propuestos del GAD del Guayas 2017

Anexo 1 Detalle del portafolio de proyectos 2017

COD.	PROGRAMA	CANTIDAD	PRESUPUESTO
P1	FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	69	\$ 4,784,417.17
P2	RESCATE Y RECUPERACIÓN ANIMAL	5	\$ 35,267.00
P3	DIFUSIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL GOBIERNO PROVINCIAL DEL GUAYAS	6	-
P4	COLOCACIÓN DE PUBLICIDAD INSTITUCIONAL COMO MEDIO PARA POSICIONAR LA MARCA DEL GOBIERNO PROVINCIAL DEL GUAYAS.	4	\$ 649,278.00
P5	PROCESOS DE CONTROL CIUDADANO Y ACCESIBILIDAD DE INFORMACIÓN COMO UN MEDIO PARA TRANSPARENTAR LA GESTIÓN PÚBLICA DEL GOBIERNO PROVINCIAL DEL GUAYAS.	5	\$ 2,224,586.00
P6	AMPLIACIÓN DE VÍAS CONCESIONADAS DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS	4	-
P7	CONSTRUCCIÓN DE VÍAS EN EL ÁREA CONCESIONADA DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS	2	-
P8	IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA ERRADICAR EL ANALFABETISMO DIGITAL	6	-
P9	FOMENTO A LAS ARTES ESCÉNICAS Y PLÁSTICAS	4	\$ 102,000.00
P10	RESCATE DE LAS TRADICIONES COSTUMBRES DEL FOLCLORE, ARTE Y CULTURA DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	5	\$ 39,000.00
P11	Proyecto: Servicio para la organización de actividades artísticas y culturales: oratoria, teatro, música y danza con valores guayasenses para consolidar las manifestaciones culturales dirigidos a los cantones y juntas parroquiales.	1	\$ 39,000.00
P12	ACTIVIDADES DEPORTIVAS ALTERNATIVAS A LOS DEPORTES TRADICIONALES.	4	-
P13	MASIFICACIÓN DEPORTIVA	5	\$ 164,000.00
P14	COMPETENCIAS DEPORTIVAS ENTRE LOS NIÑOS, NIÑAS Y ADOLESCENTES GUAYASENSES.	1	\$ 36,000.00
P15	PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES A TRAVÉS DE LAS BRIGADAS MÉDICAS ODONTOLÓGICAS Y CONTROL DE PLAGAS EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	2	-
P16	RESCATE Y RECUPERACIÓN ANIMAL	2	\$ 5,400.00
P17	CAPACITACIÓN COMUNITARIA Y MICROEMPREDIMIENTO A TRAVÉS DE LA REALIZACIÓN DE CURSOS GASTRONOMÍA, ELABORACIÓN Y DISEÑO DE VELAS DECORATIVAS, BAILOTERAPIA.	1	-
P18	CONVENIOS INSTITUCIONALES A FAVOR DE LA SALUD DE LOS GUAYASENSES.	4	\$ 205,000.00
P19	Proyecto: Estudio para la implementación de un sistema de Gestión de Riesgos de la Provincia del Guayas.	1	\$ 65,000.00
P20	PARTICIPACIÓN CIUDADANA PARA EL DESARROLLO TERRITORIAL Y LA CONSECUCCIÓN DEL BUEN VIVIR	2	
P21	PARTICIPACIÓN CIUDADANA PARA EL DESARROLLO TERRITORIAL Y LA CONSECUCCIÓN DEL BUEN VIVIR. / EDUCACIÓN FAMILIAR INCLUSIVA.	4	\$ 43,527.00
P22	EMPREDIMIENTO SOCIOECONÓMICO.	2	\$ 5,900.00
P23	EDUCACIÓN FAMILIAR INCLUSIVA.	4	\$ 79,373.00
P24	ORGANIZACIÓN DE CAPACITACIONES DIRIGIDO A PADRES DE FAMILIA DE PERSONAS CON DISCAPACIDADES ESPECIALES.	2	\$ 79,990.00
P25	PROMOCIÓN E INCLUSIÓN SOCIAL PARA REHABILITACIÓN DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDADES ESPECIALES EN LA ORGANIZACIÓN PARA LA INTEGRACIÓN FLUVIAL EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	5	\$ 280,000.00

Fuente: Dirección Provincial Financiera del GPG
Elaboración propia.

A.1 Continuación del anexo “A”

Anexo 2 Continuación del Anexo A

No.	PROGRAMA	CANTIDAD	PRESUPUESTO
P26	MEJORAMIENTO DE VÍAS DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	9	\$ 83,810.00
P27	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE VÍAS PARA VARIOS CANTONES DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	4	\$ 280,000.00
P28	REHABILITACIÓN DE VÍAS EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	1	\$ 3,262,345.26
P29	MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	1	\$ 5,476,890.82
P30	CONSTRUCCIÓN DE PUENTES EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	1	\$ 10,892,164.38
P31	GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	7	-
P32	GESTIÓN DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	1	-
P33	Proyectos no incluidos en el programa.	9	-
P34	AUDIENCIAS DE MEDIACIÓN	1	-
P35	PROMOCIÓN DE LOS SERVICIOS QUE BRINDA EL CENTRO DE MEDIACIÓN Y CAPACITACIÓN SOBRE LA MEDIACIÓN.	1	-
P36	MANTENIMIENTO PÉTREO DE CAMINOS.	65	\$ 741,000.00
P37	MANTENIMIENTO DE CAMINOS CON DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO TIPO 2B DE CAMINOS.	6	-
P38	LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE POZOS DE AGUA.	1	-
P39	CONVENIOS.	4	\$ 332,000.00
P40	LIMPIEZA Y DEZASOLVE DE CANALES Y ESTEROS EN VARIOS SECTORES DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	1	\$ 74,951.69
P41	PROCESO DE RENDICIÓN DE CUENTAS 2016	5	-
P42	PROCESO DE PRESUPUESTO PARTICIPATIVO 2018.	4	-
P43	PROCESO DE ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL 2016-2019.	8	-
P44	PROCESO DE APOYO A LA COMISIÓN TÉCNICA DE LÍMITES.	1	-
P45	CAPACITACIÓN EN PISCICULTURA.	2	
P46	GANADERÍA SOSTENIBLE.	1	
P47	CAPACITACIÓN CONTINUA PARA MEJORAMIENTO PRODUCTIVO PECUARIO.	1	\$ 12,000.00
P48	IMPLEMENTACIÓN DE EMPRENDIMIENTO PARA MUJERES DEL SECTOR RURAL.	4	
P49	CENTRO DE VENTA DE HORTALIZAS ORGÁNICAS EN LOS CANTONES DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	1	
P50	Proyecto: Programa de capacitación para la producción de hortalizas bajo parámetros orgánicos en la provincia del Guayas. Capacitación sobre las buenas prácticas agrícola dirigido al sector maicero de la Provincia del Guayas. Programa para el Fortalecimiento de emprendimientos	3	\$ 24,000.00

Fuente: Dirección Provincial Financiera del GPG
Elaboración propia.

A.2 Continuación del anexo "A.1"

Anexo 3 Continuación del Anexo A.1

No.	PROGRAMA	CANTIDAD	PRESUPUESTO
P51	Organización de ferias para el fomento y promoción de emprendimientos productivos de la provincia del Guayas.	1	\$ 114,000.00
P52	Proyectos que no pertenecen a ningún programa.	9	-
P53	APLIACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO Y DRENAJE EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	3	\$ 189,995.55
P54	APOYO A SISTEMAS DE RIEGO Y DRENAJE COMUNITARIOS/ FORTALECIMIENTO DE ORGANIZACIONES DEREGANTES.	9	\$ 4,840,188.72
P55	MEJORAMIENTO DE LAS SECCIONES HIDRÁULICAS DE LOS CAUCES NATURALES Y/O ARTIFICIALES.	21	\$ 1,255,339.85
P56	SOSTENIBILIDAD DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	2	\$ 857,124.51
P57	SERVICIO PARA PROMOVER EL TURISMO FLUVIAL Y EDUCATIVO EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	1	\$ 40,000.00
P58	SERVICIO DE FISUCIÓN DE INFORMACIÓN TURÍSTICA DIGITAL EN VARIOS SITIOS DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	1	\$ 30,000.00
P59	SERVICIO PARA LA ORGANIZACIÓN Y EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES ECUESTRES QUE PROMUEVAN EL TURISMO DE LA PROVINCIA DEL GUAYS.	1	\$ 80,000.00
TOTALES		48	\$ 7,406,648.63

Fuente: Dirección Provincial Financiera del GPG
Elaboración propia.

Anexo 4 Programas ejecutados por cada Dirección Provincial

AÑO	PROYECTOS	VALOR CUATRIMESTRE	MONTO COMPROMISOS EN EJECUCION	TIEMPO (Días)	EJECUTADOS	PROGRAMA/TRÁMITE	BENEFICIARIOS
PROYECTOS DIRECCIÓN DE CULTURA							
2017	C1	\$ 60,000.00	\$ 60,000.00	30	2	FOMENTO A LAS ARTES ESCÉNICAS Y PLÁSTICAS.	1200
2017	C2	\$ 42,000.00	\$ 38,450.00	30		FOMENTO A LAS ARTES ESCÉNICAS Y PLÁSTICAS.	8000
2017	C3	\$ 39,000.00	\$ 39,000.00	30	1	RESCATE DE TRADICIONES Y COSTUMBRES DEL FOLCLORE, ARTE Y CULTURA DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	6800
2017	C4	\$ 39,800.00	\$ 39,800.00	30	1	S/P	-
2017	C5	\$ 11,200.00	\$ -	30	1	S/P	-
TOTAL		\$ 192,000.00	\$ 177,250.00		5		16000

Elaboración propia.

B.1 Continuación del Anexos B

AÑO	PROYECTOS	VALOR CUATRIMESTRE	MONTO COMPROMISOS EN EJECUCION	TIEMPO (Días)	EJECUTADOS	PROGRAMA/TRÁMITE	BENEFICIARIOS
PROYECTOS DESARROLLO COMUNITARIO							
2017	DC1	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	30	3	CONVENIOS INTERINSTITUCIONALES A FAVOR DE LA SALUD DE LOS GUAYASENES.	350,000
2017	DC2	\$ 80,000.00	\$ 80,000.00	365			40
2017	DC3	\$ 55,000.00	\$ 55,000.00	15			700
TOTAL		\$ 185,000.00	\$ 185,000.00		3		350,740
AÑO	PROYECTOS	VALOR CUATRIMESTRE	MONTO COMPROMISOS EN EJECUCION	TIEMPO (Días)	EJECUTADOS	PROGRAMA/TRÁMITE	BENEFICIARIOS
PROYECTOS EQUIDAD SOCIAL							
2017	ES1	\$ 17,000.00	\$ 17,000.00	15	2	EDUCACIÓN FAMILIAR INCLUSIVA.	600
	ES2	\$ 56,473.00	\$ 56,473.00	30		EDUCACIÓN FAMILIAR INCLUSIVA.	720
2017	ES3	\$ 43,527.00	\$ 43,527.00	60	1	PARTICIPACIÓN CIUDADANA PARA EL DESARROLLO TERRITORIAL Y LA CONSECUCCIÓN DEL BUEN VIVIR / EDUCACIÓN FAMILIAR INCLUSIVA.	310
TOTAL		\$ 117,000.00	\$ 117,000.00	35	3		1630
AÑO	PROYECTOS	VALOR CUATRIMESTRE	MONTO COMPROMISOS EN EJECUCION	TIEMPO (Días)	EJECUTADOS	PROGRAMA/TRÁMITE	BENEFICIARIOS
PROYECTOS DE TURISMO							
2017	T1	\$ 40,000.00	\$ 40,000.00	30	1	SERVICIO PARA PROMOVEER EL TURISMO FLUVIAL Y EDUCATIVO EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	5000
2017	T2	\$ 30,000.00	\$ 30,000.00	30	1	SERVICIO DE DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN TURÍSTICA DIGITAL EN VARIOS SITIOS DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	10,000
2017	T3	\$ 80,000.00	\$ 80,000.00	60	1	SERVICIO PARA LA ORGANIZACIÓN Y EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES ECUESTRES QUE PROMUEVAN EL TURISMO DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	7,000
TOTAL		\$ 150,000.00	\$ 150,000.00		3		22000
AÑO	PROYECTOS	VALOR CUATRIMESTRE	MONTO COMPROMISOS EN EJECUCION	TIEMPO (Días)	EJECUTADOS	PROGRAMA/TRÁMITE	BENEFICIARIOS
PROYECTOS DE EQUINOTERAPIA							
2017	EQ1	\$ 79,990.00	\$ 78,000.00	30	1	PROMOCIÓN E INCLUSIÓN SOCIAL PARA REHABILITACIÓN DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDADES ESPECIALES EN LA ORGANIZACIÓN PARA LA INTEGRACIÓN FLUVIAL EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	900
2017	EQ2	\$ 40,500.00	\$ 40,500.00	60	2	PROMOCIÓN E INCLUSIÓN SOCIAL PARA REHABILITACIÓN DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDADES ESPECIALES EN LA ORGANIZACIÓN PARA LA INTEGRACIÓN FLUVIAL EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	-
2017	EQ3	\$ 39,096.00	\$ -	60			-
2017	EQ4	\$ 96,000.00	\$ 96,000.00	360	1	S/P	-
TOTAL		\$ 255,586.00	\$ 118,500.00	128	4		900

Elaboración propia.

AÑO	PROYECTOS	VALOR CUATRIMESTRE	MONTO COMPROMISOS EN EJECUCION	TIEMPO (Días)	EJECUTADOS	PROGRAMA/TRÁMITE	BENEFICIARIOS		
PROYECTOS DE RIEGO, DRENAJE Y DRAGAS									
2017	RDD1	\$ 300,000.00	\$ -	360	9	FORTEALECIMIENTO INSTITUCIONAL.	24		
2017	RDD2	\$ 20,000.00	\$ -	90			25 CANTONES Y 29 PARROQUIAS DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.		
2017	RDD3	\$ 80,000.00	\$ -	60			Técnicos de DIRDRA.	GUAYAQUIL	
2017	RDD4	\$ 8,000.00	\$ -	60			24 Técnicos de DIRDRA		
2017	RDD5	\$ 16,421.67	\$ -	60			Personal de DIRDRA.	GUAYAQUIL	
2017	RDD6	\$ 30,000.00	\$ -	180			Técnicos de DIRDRA.	GUAYAQUIL	
2017	RDD7	\$ 17,500.00	\$ -	360			24 Técnicos de DIRDRA	GUAYAQUIL	
2017	RDD8	\$ 30,000.00	\$ -	360			24 Técnicos de DIRDRA	GUAYAQUIL	
2017	RDD9	\$ 1,522,212.18	\$ -	1080			25 CANTONES Y 29 PARROQUIAS DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.		
2017	RDD10	\$ 603,791.85	\$ 603,791.85	90	4	MEJORAMIENTO DE LAS SECCIONES HIDRÁULICAS DE LOS CAUCES NATURALES Y/O ARTIFICIALES.	350	NARANJAL	ESTEROS EL GALLO, JAHUITO, EL MANGLAR
2017	RDD11	\$ 301,408.80	\$ 301,408.77	60			1100	MILAGRO - JUJAN	RÍO MILAGRO-ESTERO- SEMIRA CHORRÓN DE JUJAN
2017	RDD12	\$ 250,320.00	\$ 250,319.90	60			2000	NARANJAL-DAULE-SANTA LUCÍA-YAGUACHI.	ESTEROS TIERRA DEL CAMPESINO, YURIMA, LAS CAMPANAS, CAPACHO
2017	RDD13	\$ 99,820.00	\$ 99,678.00	360			350000	SALITRE	RÍO VINCES
2017	RDD14	\$ 807,124.51	\$ 807,124.48	180	1	SOSTENIBILIDAD DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	800	DAULE	RÍO MAGRO-CAUCE DEL MAGRO PERDIDO
2017	RDD15	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	60			212	NARANJAL	SAN CARLOS
2017	RDD16	\$ 313,793.69	\$ -	150	10	APOYO A SISTEMAS DE RIEGO Y DRENAJE COMUNITARIOS/ FORTALECIMIENTO DE ORGANIZACIONES DEREGANTES.	1267	NARANJAL	
2017	RDD17	\$ 250,000.00	\$ -	150			183	SALITRE	ESTERO ROMPEHATO
2017	RDD18	\$ 948,712.26	\$ -	90			142	SALITRE	JUNQUILLAL
2017	RDD19	\$ 1,650,052.18	\$ 1,650,052.18	120			1196	DAULE	
2017	RDD20	\$ 250,000.00	\$ -	120			900	DAULE	
2017	RDD21	\$ 499,845.71	\$ -	5			997	SALITRE	
2017	RDD22	\$ 250,000.00	\$ 250,000.00	-			1200	EL EMPALME	
2017	RDD23	\$ 212,104.88	\$ -	90			95	PALESTINA	
2017	RDD24	\$ 465,680.00	\$ -	150			919	JÚJAN	
2017	RDD25	\$ 134,995.15	\$ -	105			2329	MILAGRO	MARISCAL SUCRE-ROBERTO ASTUDILLO
2017	RDD26	\$ 15,840,000.00	\$ -	-	1	S/P	-		
TOTAL		\$ 24,951,782.88	\$ 4,012,375.18		25		363714		

Elaboración propia.

AÑO	PROYECTOS	VALOR CUATRIMESTRE	MONTO COMPROMISOS EN EJECUCION	TIEMPO (Días)	EJECUTADOS	PROGRAMA/TRÁMITE	BENEFICIARIOS
PROYECTOS DE OBRAS PÚBLICAS							
2017	OOPP1	\$ 74,951.69	\$ 74,366.63	63	1	LIMPIEZA Y DEZASOLVE DE CANALES Y ESTEROS EN VARIOS SECTORES DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	1983 NARANJAL ESTERO GALLO
2017	OOPP2	\$ 240,000.00	\$ 239,984.00	31	2	MANTENIMIENTO PÉTERO DE CAMINOS.	733 BALZAR
2017	OOPP3	\$ 183,000.00	\$ -	14			2915 GUAYAQUIL TENGUEL
2017	OOPP4	\$ 100,000.00	\$ 100,000.00	-	1	CDP 1817-2016 - TRÁMITE N° 567	53049 EL EMPALME
2017	OOPP5	\$ 32,000.00	\$ 32,000.00	-	-	CDP 1829-2016 TRÁMITE N° 706	- GUAYAQUIL POSORJA
2017	OOPP6	\$ 32,000.00	\$ 32,000.00	-	-	CDP 1822-2016 TRÁMITE N° 713	- EL EMPALME GUAYAS
2017	OOPP7	\$ 32,000.00	\$ 32,000.00	-	-	CDP 1828-2016 TRÁMITE N° 708	- NARANJAL SANTA ROSA DE FLANDES
2017	OOPP8	\$ 32,000.00	\$ 32,000.00	-	-	CDP 1824-2016 TRÁMITE N° 707	- DAULE LOS LOJAS
2017	OOPP9	\$ 32,000.00	\$ 32,000.00	-	-	CDP 1820-2016 TRÁMITE N° 712	- PEDRO CARBO VALLE DE LA VIRGEN.
2017	OOPP10	\$ 32,000.00	\$ 32,000.00	-	-	MANTENIMIENTO PÉTERO DE LA VÍA UBICADA EN EL GOBIERNO PARROQUIAL JESUS MARIA	- NARANJAL JESÚS MARÍA
2017	OOPP11	\$ 32,000.00	\$ 32,000.00	-	-	CDP 1818-2016 TRÁMITE N° 709	- YAGUACHI VIRGEN DE FÁTIMA
2017	OOPP12	\$ 32,000.00	\$ 32,000.00	-	-	CDP N° 1823-2016/MEMORANDO No. 205 PSP-MCT-GPG-2017. TRÁMITE N° 710.	- GUAYAQUIL LORENZO DE GARAIKCOA.
2017	OOPP13	\$ 32,000.00	\$ 32,000.00	-	-	CDP N° 1827-2016 Y MEMORANDO No. 215-PSP-MCT-GPG-2017. TRÁMITE N° 705.	- DAULE EL LAUREL
2017	OOPP14	\$ 32,000.00	\$ 32,000.00	-	-	CDP 1826-2016 TRÁMITE N° 1001	- NARANJAL TAURA
2017	OOPP15	\$ 32,000.00	\$ 32,000.00	-	-	CDP 1696-2016 TRÁMITE N° 1514	- MILAGRO ROBERTO ASTUDILLO
2017	OOPP16	\$ 100,000.00	\$ 100,000.00	-	-	TRÁMITE N° 2003	- COLIMES
2017	OOPP17	\$ 32,000.00	\$ 32,000.00	-	-	CDP 1821-2016 TRÁMITE N° 1983	- SALITRE LA VICTORIA
2017	OOPP18	\$ 100,000.00	\$ 100,000.00	-	-	CONSTRUCCION DEL PARQUE JULIO LOAYZA	- BALAO
2017	OOPP19	\$ 300,000.00	\$ 300,000.00	-	-	TRÁMITE N° 5287	- NARANJAL SAN CARLOS
2017	OOPP20	\$ 32,000.00	\$ 32,000.00	-	-	TRÁMITE N° 5591	- DAULE JUAN BAUTISTA AGUIRRE
2017	OOPP21	\$ 100,000.00	\$ 100,000.00	-	-	MANTENIMIENTO Y REPARACION DE LOS PARQUES.	- EL EMPALME
2017	OOPP22	\$ 200,000.00	\$ -	-	-	LIMPIEZA Y CONSTRUCCIÓN DE MUROS CANTONES: DURÁN, JÚJAN, NARANJITO, MILAGRO, YAGUACHI.	- DURÁN-JÚJAN, NARANJITO-MILAGRO-YAGUACHI.
2017	OOPP23	\$ 310,000.00	\$ -	-	1	MANTENIMIENTO PÉTERO DE CAMINOS.	- MILAGRO
2017	OOPP24	\$ 600,000.00	\$ -	-	-	ADQUISICION DE TUBERIAS PARA SER UTILIZADAS EN VARIAS OBRAS EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	-
2017	OOPP25	\$ 550,000.00	\$ -	-	-	ADQUISICION DE EMULSION ASFALTICA PARA DISTINTAS OBRAS EN LOS CANTONES DE LA PROVINCIA.	-
2017	OOPP26	\$ 950,000.00	\$ -	-	-	LIMPIEZA DE VARIOS CANALES EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	-
2017	OOPP27	\$ 100,000.00	\$ -	-	-	ADQUISICION DE ASFALTO AC - 20 PARA SER UTILIZADO EN VARIAS OBRAS.	-
2017	OOPP28	\$ 527,778.12	\$ -	-	-	REALIZACION DE VARIOS MANTENIMIENTOS DE CAMINOS EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	-
2017	OOPP29	\$ 800,000.00	\$ -	-	-	REHABILITACION Y ASFALTADO DE LA VÍA DE ACCESO A LA PARROQUIA TENGUEL CANTÓN GUAYAQUIL.	- GUAYAQUIL TENGUEL
2017	OOPP30	\$ 1,200,000.00	\$ -	-	-	MANTENIMIENTO DE VARIOS CAMINOS EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	-
2017	OOPP31	\$ 310,000.00	\$ -	-	-	MANTENIMIENTO PÉTERO DE VARIOS CAMINOS DEL CANTON MILAGRO.	- MILAGRO
TOTAL		\$ 7,161,729.81	\$ 1,430,350.63		5		58680

Elaboración propia

AÑO	PROYECTOS	VALOR CUATRIMESTRE	MONTO COMPROMISOS EN EJECUCION	TIEMPO (Días)	EJECUTADOS	PROGRAMA/TRÁMITE	BENEFICIARIOS		
PROYECTOS DE ESTUDIOS Y PROYECTOS									
2017	EP1	\$ 83,810.00	\$ 79,466.44	90	1	MEJORAMIENTO DE VÍAS EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	1599	BALZAR-EL EMPALME	
2017	EP2	\$ 97,406.78	\$ 92,635.79	90	4	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE VÍAS PARA VARIOS CANTONES DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	2559	MILAGRO	
2017	EP3	\$ 38,500.00	\$ 38,500.00	60			1182	ISIDRO AYORA	REHABILITACIÓN DEL CAMINO VECINAL: ISIDRO AYORA-CARRIZAL-ROSA DE ORO.
2017	EP4	\$ 90,193.22	\$ 90,193.22	360			1010	BALAO	REHABILITACIÓN DEL CAMINO VECINAL: CIEN FAMILIAS.
2017	EP5	\$ 53,900.00	\$ 53,900.00	60			625	NARANJITO	REHABILITACIÓN DEL CAMINO VECINAL: SUPAINPUNGO, ANAPOYO.
2017	EP6	\$ 3,262,345.26	\$ 800,000.00	150	1	REHABILITACIÓN DE VÍAS EN LA PROVINCIA.	9190	GUAYAQUIL TENGUEL.	
2017	EP7	\$ 10,892,164.38	\$ -	2130	1	CONSTRUCCIÓN DE PUENTES EN LA PROVINCIA.	34762	VARIOS	
2017	EP8	\$ 5,476,890.82	\$ 1,200,000.00	240	1	MANTENIMIENTO EN VÍAS DE LA PROVINCIA.	20308	VARIOS	
TOTAL		\$ 19,995,210.46	\$ 2,354,695.45		8		71235		

Elaboración propia

AÑO	PROYECTOS	VALOR CUATRIMESTRE	MONTO COMPROMISOS EN EJECUCION	TIEMPO (Días)	EJECUTADOS	PROGRAMA/TRÁMITE	BENEFICIARIOS	
DETALLE BEDE								
2017	BD1	\$ 752,490.28	\$ 250,012.15			REHABILITACION DE LAS VIAS CERECITA - BAJADA DE CHANDUY - LIMITE PROVINCIAL DEL CANTON GUAYAQUIL, MAMANICA - LA LIBERTAD - ÑAUZA - BELLA LUZ - EL ALMENDRO - LOS JUNCOS - PALO BLANCO DEL CANTON JUJAN DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.	GUAYAQUIL-JÚJAN	
2017	BD2	\$ 1,335,518.22	\$ 545,884.77			AMPLIACION, MEJORAMIENTO Y COLOCACION DE LA CARPETA ASFÁLTICA DE LAS VIAS TENGUEL - BALAO PTMO.	BALAO	TENGUEL, CANTÓN GUAYAQUIL.
2017	BD3	\$ 180,747.23	\$ 53,332.96			AMPLIACION, MEJORAMIENTO Y COLOCACION DE LA CARPETA ASFÁLTICA DE LAS VIAS LAS VIAS LOS QUEMADOS - LAUREL PTMO.		
2017	BD4	\$ 238,390.66	\$ 208,200.81			VIA DE ACCESO AL RELLENO SANITARIO PTMO.		
2017	BD5	\$ 2,100,118.29	\$ 1,011,975.54			REHABILITACION DE LA VIA MAGRO - BOQUERON EN LOS CANTONES DAULE - SANTA LUCIA.	DAULE - SANTA LUCÍA.	
2017	BD6	\$ 4,178,469.00	\$ -			PTMO.BEDE MEJORAMIENTO DE LA VIA MAGRO - BOQUERON FASE 1.		
2017	BD7	\$ 3,723,787.64	\$ -			PRÉSTAMO BEDE PARA REALIZAR REHABILITACION DE LA VIA VIRGEN DE FATIMA-NARANJAL PTMO. S/N.	NARANJAL	VIRGEN DE FÁTIMA
TOTAL		\$ 12,509,521.32	\$ 2,069,406.23					

Elaboración propia

AÑO	PROYECTOS	VALOR CUATRIMESTRE	MONTO COMPROMISOS EN EJECUCION	TIEMPO (Días)	EJECUTADOS	PROGRAMA/TRÁMITE	BENEFICIARIOS	
DETALLE CAPITAL E INTERESES OBRAS BEDE								
2017	CIO1	55,157.79	55,157.79	-		AMORTIZACION PRESTAMO BEDE 20551		
2017	CIO2	935,399.00	935,395.17	-		AMORTIZACION PTMO. BEDE (GASTOS EMERGENTES) PTMO. Nº 20645		
2017	CIO3	444,991.81	444,965.20	-		AMORTIZACION DE PRESTAMO BEDE PARA FINANCIAR OBRAS DE MITIGACION Y PREVENCIÓN DE RIESGOS(PTMO. Nº		
2017	CIO4	474,124.00	352,245.32	-		AMORTIZACION PRESTAMO BEDE Nº 20914.		
2017	CIO5	2,967,999.00	2,443,600.26	-		ACCESO A LOS LÓJAS DE 12KM DE LONGITUD - DAULE PTMO. BEDE Nº 20928	DAULE	
2017	CIO6	984,732.00	731,609.85	-		ISIDRO AYORA - COROZAL - CASAS DE TEJAS ISIDRO AYORA PTMO. BEDE NO. 45013	ISIDRO AYORA	
2017	CIO7	410,231.00	304,602.33	-		ADQUISICION DE EQUIPO CAMINERO CREDITO BEDE Nº 20954		
2017	CIO8	1,176,518.00	898,212.86	-		REHABILITACION DE LA VIA EL LIMON-EL DIQUE Y		
2017	CIO9	1,225,884.00	928,817.42	-		REHABILITACION DE LA VIA CERECITA - BAJADA DE CHANDUY - LIMTE PROVINCIAL CANTON GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	
2017	CIO10	1,322,458.00	986,356.83	-		REHABILITACION DE LA VIA TENGUEL - BALAO - QUEMADOS-LAUREL-RELLENO SANITARIO -MEDIDAS AMBIENTALES- PTMO. BEDE 45202 - PARA FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	BALAO	TENGUEL - CANTÓN GUAYAQUIL.
2017	CIO11	1,457,072.00	1,081,773.60	-		PRESTAMO BEDE PARA REHABILITACION DE LA VIA MAGRO - BOQUERON EN LOS CANTONES DAULE - SANTA LUCIA PTMO.		
2017	CIO12	825,030.00	534,531.23	-		PRESTAMO BEDE PARA MEJORAMIENTO DE LA VIA MAGRO BOQUERON FASE 1 EN EL CANTON DAULE	DAULE	
2017	CIO13	218,524.00	0.00	-		PRESTAMO BEDE PARA REALIZAR REHABILITACION DE LA VIA VIRGEN DE FATIMA-NARANJAL	NARANJAL	VALLE DE LA VIRGEN
2017	CIO14	310,581.00	0.00	-		SECTOR PUBLICO FINANCIERO (PAGO DE INTERESES BANCO DEL ESTADO)		
2017	CIO15	4,141,312.75	3,148,841.68	-				
TOTAL CAPITAL E INTERESES POR OBRAS BEDE		16,950,014.35	12,846,109.54					

AÑO	PROYECTOS	VALOR CUATRIMESTRE	MONTO COMPROMISOS EN EJECUCION	TIEMPO (Días)	EJECUTADOS	PROGRAMA/TRÁMITE	BENEFICIARIOS
PROYECTOS DE BIENESTAR ANIMAL							
2017	BA1	\$ 12,000.00	\$ -	180	1	RESCATE Y RECUPERACIÓN ANIMAL.	108000
TOTAL		\$ 12,000.00	\$ -		1		108000

Elaboración propia

AÑO	PROYECTOS	VALOR CUATRIMESTRE	MONTO COMPROMISOS EN EJECUCION	TIEMPO (Días)	EJECUTADOS	PROGRAMA/TRÁMITE	BENEFICIARIOS
PROYECTOS PRODUCTIVIDAD Y DESARROLLO							
2017	PD1	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	30	1	Proyecto: Fortalecimiento de emprendimientos asociativos en la Provincia del Guayas.	60
2017	PD2	\$ 114,000.00	\$ 114,000.00	60	1	S/P	500 SAMBORONDON-GUAYAQUIL
2017	PD3	\$ 12,000.00	\$ 12,000.00	120	1	CAPACITACIÓN CONTINUA PARA MEJORAMIENTO PRODUCTIVO PECUARIO.	500
TOTAL		\$ 150,000.00	\$ 150,000.00		3		1060

Elaboración propia

AÑO	PROYECTOS	VALOR CUATRIMESTRE	MONTO COMPROMISOS EN EJECUCION	TIEMPO (Días)	EJECUTADOS	PROGRAMA/TRÁMITE	BENEFICIARIOS
PROYECTOS DE DEPORTES							
2017	D1	\$ 100,000.00	\$ -	30	2	MASIFICACIÓN DEPORTIVA	4165 TODOS LOS CANTONES
2017	D2	\$ 64,000.00	\$ -	150			895 GUAYAQUIL
2017	D3	\$ 36,000.00	\$ -	71	1	COMPETENCIAS DEPORTIVAS ENTRE LOS NIÑOS, NIÑAS Y ADOLESCENTES GUAYAENSES.	2320 TODOS LOS CANTONES
TOTAL		\$ 200,000.00	\$ -		3		7380

Elaboración propia