

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD SOCIAL DE LA
CARRETERA DE PENETRACIÓN PAITA - PIURA -
SULLANA - PUENTE MACARÁ
INFLUENCIA DEL MEDIO SOCIO ECONÓMICO**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

FRANKLIN RAÚL GÓMEZ SAPALLANAY

Lima- Perú

2011

Dedicado a las familias que por su situación de pobreza, falta de educación y carencia de salud; no son capaces de llevar a cabo sus aspiraciones como seres humanos, sus ilusiones y sueños.

ÍNDICE	
RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS	4
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	8
1.1 ANTECEDENTES	8
1.1.1 Tramo: Paita - Piura	8
1.1.2 Tramo: Piura - Sullana	10
1.1.3 Tramo: Sullana – Puente Macará	11
1.2 UBICACIÓN DE LA CARRETERA	12
1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETERA	13
1.3.1 Clasificación	13
1.3.2 Características Geométricas	14
CAPÍTULO II: ESTADO DEL ARTE	15
2.1 METODOLOGÍA DE EVALUACION DE LA RENTABILIDAD SOCIAL EN OTROS PAISES.	15
2.1.1 Según la línea de actuación	15
2.1.2 Según el país de aplicación	18
2.1.3 Enfoques de la evaluación social de proyectos en México	20
2.1.4 Contenido de un estudio de evaluación social a nivel de perfil	23
2.2 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD SOCIAL EN EL PERÚ	26
CAPÍTULO III: MARCO TEORICO	28
3.1 CONCEPTOS BÁSICOS	28
3.1.1 Evaluación social de proyectos	28
3.1.2 Área de Influencia	29
3.1.3 Área de estudio	29
3.2 INDICADORES SOCIOECONOMICOS	29
3.2.1 Características de los Indicadores	30
3.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)	31

3.3.1	Definición de Sistema de Información Geográfica	31
3.3.2	Objetivo fundamental de un SIG.	31
3.3.3	Formatos de almacenamiento de datos espaciales	32
3.3.4	Ventajas y desventajas de los modelos ráster y vectorial.	34
3.4	MAPAS TEMATICOS	35
CAPÍTULO IV: INFLUENCIA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO EN LA RENTABILIDAD DE LA CARRETERA		37
4.1	INDICADORES SOCIOECONOMICOS	37
4.1.1	Densidad de Población	37
4.1.2	Tasa de Natalidad	38
4.1.3	Tasa de Mortalidad	39
4.1.4	Cobertura de servicios de Educación	40
4.1.5	Cobertura de servicios de Salud	40
4.1.6	Cobertura de servicios de Públicos	41
CAPÍTULO V: APLICACIÓN A LA CARRETERA PAITA - PIURA - SULLANA - PUENTE MACARÁ		42
5.1	MATRIZ DE ANÁLISIS GEOESPACIAL	42
5.2	ANALISIS DE LOS INDICADORES SOCIOECONOMICOS	42
5.3	INFLUENCIA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO EN LA CARRETERA	48
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		50
6.1	CONCLUSIONES	50
6.2	RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA		51

RESUMEN

Actualmente en el país las evaluaciones de la rentabilidad social de los proyectos de construcción de carreteras de penetración, se realizan mediante los alcances que brinda el Sistema Nacional de Inversión Pública SNIP. Si bien considera aspectos de producción agropecuarias, la evaluación se centra a los aspectos económicos, postergando aspectos sociales de interés nacional. En el presente informe de suficiencia se analizara la influencia del medio socioeconómico, en la evaluación de la rentabilidad social de la carretera de penetración Paita – Piura – Sullana – Puente Macará. Para tal fin se usará una metodología que consiste en la utilización de una escala de valoración cualitativa de los indicadores del medio socioeconómico, que previamente han sido identificados y seleccionados.

La presentación de los resultados será de carácter sencillo, es decir, muy gráfica y fácil de comprender, para ello se utilizarán los mapas temáticos. Dichos mapas temáticos han sido elaborados con el software ArcGIS.

La influencia del medio socioeconómico en la rentabilidad social de carretera de penetración Paita – Piura – Sullana – Puente Macará, según una valoración cualitativa y considerando la influencia de la densidad poblacional, tasa de natalidad, cobertura de servicios de educación y cobertura de servicios públicos; es alta en el distrito de Piura. La valoración cualitativa es media en los distritos de Paita, Sullana y Suyo. La valoración cualitativa es baja en los distritos de La Huaca, Miguel Checa, Tambogrande y Las Lomas.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 01 Características de la carretera	8
Cuadro N° 02 Características del Tramo: Paita - Piura	9
Cuadro N° 03 Características del Tramo: Piura – Sullana	10
Cuadro N° 04 Características del Tramo: Sullana – Puente Macará	11
Cuadro N° 05 Clasificación de la carretera	13
Cuadro N° 06 Características Geométricas	14
Cuadro N° 07 Modelos de evaluación de carreteras según el país de Aplicación.	20
Cuadro N° 08 Cuadro comparativo entre formato ráster y vectorial	35
Cuadro N° 09 Densidad de población	37
Cuadro N° 10 Tasa de natalidad	39
Cuadro N° 11 Tasa de mortalidad	39
Cuadro N° 12 Población actualmente asiste a algún colegio, instituto o Universidad.	40
Cuadro N° 13 Establecimientos de salud, por tipo, 2008	40
Cuadro N° 14 Población en hogares por número y tipo de necesidades Básicas insatisfechas, 2007	41
Cuadro N° 15 Relación entre actores y la carretera	42
Cuadro N° 16 Valoración cualitativo	43
Cuadro N° 17 Influencia del medio Socioeconómico	49

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 01 Inicio del Tramo Pita - Piura	9
Figura N° 02 Fin del Tramo Pita - Piura	10
Figura N° 03 Punto Inicial: Sullana	11
Figura N° 04 Punto Final: Puente Macará	12
Figura N° 05 Ubicación de la carretera	12
Figura N° 06 Rentabilidad privada y social de los proyectos	21
Figura N° 07 Diferencias de representación de la realidad según el Modelo usado	32
Figura N° 08 Codificación de una variable cuantitativa en formato ráster	33
Figura N° 09 Representación de la realidad mediante un modelo vectorial	34
Figura N° 10 Densidad de Población en el periodo 1995 - 2007	38
Figura N° 11 Área de Influencia	43
Figura N° 12 Densidad de Población	44
Figura N° 13 Tasa de Natalidad	45
Figura N° 14 Tasa de Mortalidad	46
Figura N° 15 Población que asiste a algún colegio, instituto o universidad.	47
Figura N° 16 Población en hogares con necesidades básicas insatisfechas	48
Figura N° 17 Influencia del medio Socioeconómico	49

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

A	: Adyacencia.
Ca	: Conflicto Pequeño.
Cb	: Conflicto Grande.
D	: Distancia.
DG 2001	: Manual de Diseño Geométrico.
I	: Intersección.
IIRSA	Iniciativa para la integración de la Infraestructura Regional Suramericana.
MTC	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
OSITRAN	: Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de uso Público.
OPI	: Oficina de Programación e Inversión.
PIP	: Proyecto de Inversión Pública.
S	: Superposición.
Sa	: Sinergia Pequeña.
Sb	: Sinergia Grande.
SIG	: Sistema de Información Geográfica.
SNIP	: Sistema Nacional de Inversión Pública.

INTRODUCCIÓN

En el presente informe de suficiencia se analizará la influencia del medio socioeconómico en la evaluación de la rentabilidad social de la carretera de penetración Paita – Piura – Sullana – Puente Macará. Para ello, el informe de suficiencia, se ha estructurado en seis capítulos.

El Capítulo I trata de aspectos generales de la carretera de penetración Paita – Piura – Sullana – Puente Macará, abordando los antecedentes y tramos identificados; así como la ubicación y sus características geométricas.

El Capítulo II se refiere a las metodologías de evaluación de la rentabilidad social existentes en el país y el extranjero, describiendo los diferentes métodos empleados en Europa, México y Perú.

El Capítulo III aborda la definición de los conceptos como área de influencia, indicadores socioeconómicos, sistemas de información geográfica y mapas temáticos, que serán asumidos a lo largo de todo el informe de suficiencia.

El Capítulo IV expone la influencia del medio socioeconómico en la rentabilidad, donde se presenta la identificación y selección de los indicadores socioeconómicos.

El Capítulo V trata de la aplicación correspondiente a la carretera de penetración Paita – Piura – Sullana – Puente Macará, utilizando una metodología de valoración cualitativa, donde los resultados serán presentados mediante mapas temáticos.

Finalmente, el Capítulo VI concluye el informe de suficiencia con una exposición de las recomendaciones y conclusiones.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

La carretera Paita-Piura-Sullana-Puente Macará, de acuerdo al Clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras–SINAC, aprobado con D.S N° 044-2008-MTC y sus modificatorias, pertenece a la Red Vial Nacional y de acuerdo al Reglamento Nacional de Jerarquización Vial aprobado con D.S N° 017-2007-MTC es de competencia del Gobierno Nacional, esto es del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

La función ejecutiva de estas carreteras corresponde a Provias Nacional y la función normativa a la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.

Esta ruta vial comprende 212 km de longitud y está integrada por tres rutas viales, tal como se muestra en el cuadro N° 01

Cuadro N° 01 Características de la carretera

1	Paita - Piura	Ruta PE 02 (IIRSA Norte)	55.5 Km
2	Piura - Sullana	Ruta PE 1N (Panamericana Norte)	28.5 Km
3	Sullana – Puente Macará	Ruta PE 1NL (Panamericana Norte)	128 Km

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

La gestión actual de esta infraestructura vial, está siendo atendida por el Sistema de Concesión, estableciéndose que el MTC actúa como Concedente y el Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de uso Público (OSITRAN) como ente Supervisor del Contrato de Concesión.

Las características de concesión de cada tramo son las siguientes:

1.1.1 Tramo: Paita – Piura, el cuadro N° 02 muestra algunas características principales del tramo.

Cuadro N° 02 Características del Tramo: Paita - Piura

Concesionario	CONCESIONARIA IIRSA NORTE S.A Constructora Andrade Gutiérrez 40% Constructora Norberto Odebrecht 49.38% Graña y Montero 10.2%)
Supervisor de Estudios y Obras	Consorcio Supervisor Nor Oriental S.A Alpha Consult S.A Lagesa Ingenieros Consultores S.A Serconsult S.A
Esquema	Asociación Público Privada (PP)
Plazo	25 años
Fecha de inicio	17.06.2005
Long. del Tramo	55.8 km
Long total concesionada	955 km
Entregables	Mantenimiento por Niveles de Servicio
Forma de pago	PAO y PAMO
Financiamiento	Cofinanciado por el Estado

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

El tramo Paita – Piura inicia en la salida del Puerto de Paita, tal como se muestra en la figura N° 01.



Figura N° 01 Inicio del Tramo Paita - Piura

Fuente: Elaboración propia

El tramo Paita - Piura, finaliza en la vía que continúa a la ciudad de Piura, como se muestra en la figura N°02; y de allí hacia a Olmos, Tarapoto y Yurimaguas. El desvío, curva a la izquierda, es la ruta hacia Sullana



Figura N° 02 Fin del Tramo Paita - Piura

Fuente: Elaboración propia

1.1.2 Tramo: Piura – Sullana, el cuadro N° 03 muestra alguna de las principales características del tramo.

Cuadro N° 03 Características del Tramo: Piura – Sullana

Concesionario	CONSORCIO VIAL SULLANA
Supervisor de Estudios y Obras	
Esquema	Asociación Público Privada (PP)
Plazo	5 años
Fecha de inicio	Febrero del 2010
Long. del Tramo	28.5 km
Long total concesionada	955 km
Entregables	Mantenimiento por Nivel de Servicio
Forma de pago	PAMO
Financiamiento	Cofinanciado por el Estado

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

El Tramo 1 y Tramo 4, forman el Frente 3 de trabajos de Conservación, según los términos contractuales del contrato siendo este frente parte de la ruta vial motivo del presente informe.

1.1.3 Tramo: Sullana – Puente Macará, el cuadro N° 04 muestra alguna de las principales características del último tramo.

Cuadro N° 04 Características del Tramo: Sullana – Puente Macará

Concesionario	CONSORCIO VIAL SULLANA
Esquema	Asociación Público Privada (PP)
Plazo	5 años
Fecha de inicio	Febrero del 2010
Long. del Tramo	128 km
Longtotal concesionada	955 km
Entregables	Mantenimiento por Nivel de Servicio
Forma de pago	PAMO
Financiamiento	Cofinanciado por el Estado

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En la figura N° 03 se muestra el inicio del tramo Sullana – Puente Macara.



Figura N° 03 Punto Inicial: Sullana

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 04 se muestra el fin del tramo y de la carretera, el Puente Macara que une a Perú y Ecuador



Figura N° 04 Punto Final: Puente Macará

Fuente: Elaboración propia

1.2 UBICACIÓN DE LA CARRETERA

La carretera Paita – Piura – Sullana Puente Macará se está ubicado en la zona norte del Perú, en la región natural de Costa. En la figura N° 05 se aprecia los tramos identificados de la carretera.

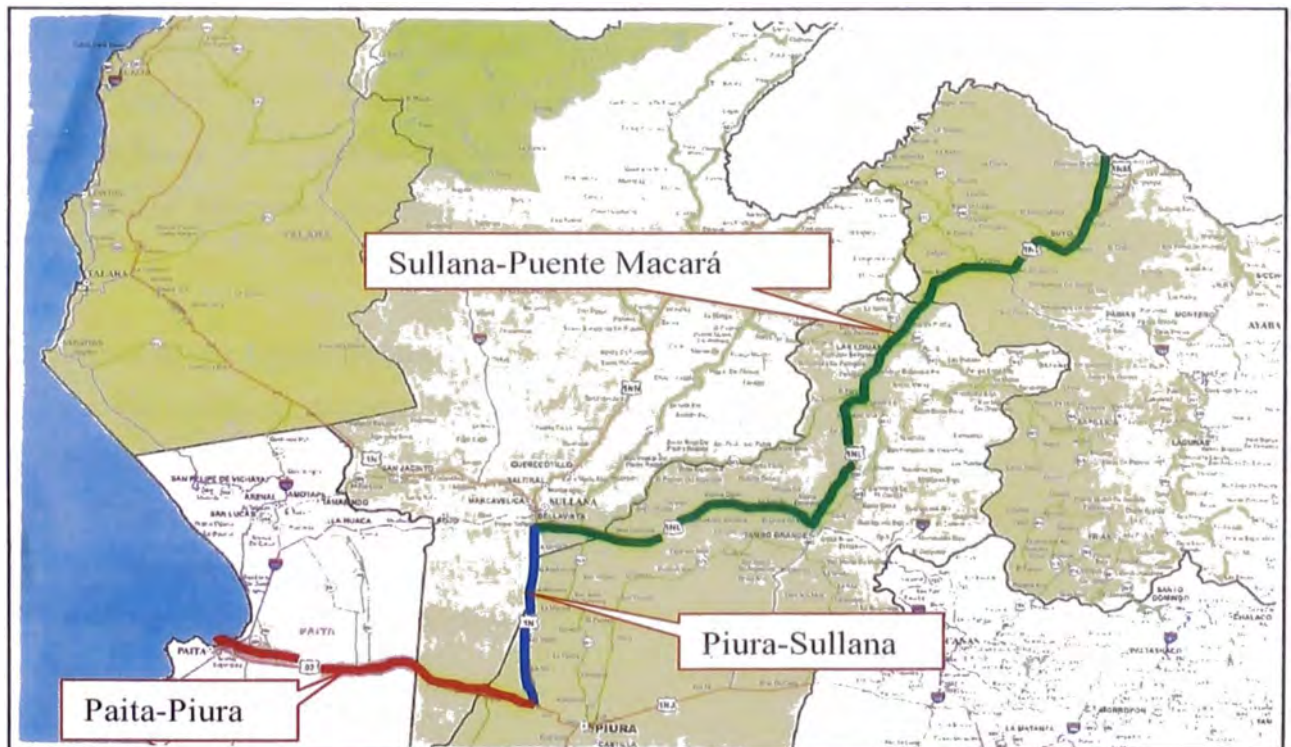


Figura N° 05 Ubicación de la carretera

Fuente: Elaboración propia

Está ubicada en las siguientes jurisdicciones:

Región: Piura
Departamento: Piura
Provincia: Paita, Sullana, Piura, Suyo
Distritos: Paita, La Huaca, Piura, Catacaos, Sullana, Tambo Grande, Las Lomas, Suyo y Miguel Checa.

1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETERA

La carretera es una vía consolidada de características definitivas con pavimento flexible de calidad superior con características funcionales y estructurales puntualmente distintas.

1.3.1 Clasificación

Tomando como referencia el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001) del MTC la clasificación de las carreteras esta según la función, demanda y orografía, como se indica en el cuadro N° 05.

Cuadro N° 05 Clasificación de la carretera

Tramo	Función	Demanda	Orografía
Paita-Piura	Sistema Nacional	Primera Clase	Tipo 1
Piura-Sullana	Sistema Nacional	Autopista segunda Clase	Tipo 1
Sullana-Pte. Macará	Sistema Nacional	Primera Clase	Tipo 2

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

La norma antes citada define:

- Autopista de primera clase. IMD >6 000
- Autopista de segunda clase IMD entre 6 000 y 4 001
- Carretera de primera clase IMD entre 4 000 y 2 001 de una calzada de dos carriles.
- Carretera de segunda clase IMD entre 2 000 y 200

1.3.2 Características Geométricas

En el cuadro N° 06 se muestra las características geométricas de la carretera alineamiento horizontal, velocidad de operación e IMD.

Cuadro N° 06 Características Geométricas

Tramo	Alineamiento Horizontal		Velocidad Operación	IMD
	Horizontal	Vertical		
Paita-Piura	Rectilínea	Plana	90 km/hr	2 055
Piura-Sullana	Rectilínea	Plana	90 km/hr	4 469
Sullana-Tambo Grande	Curvilínea	Ondulada	60 km/hr	2 160
Tambo Grande-Las Lomas	Curvilínea	Ondulada	50 km/hr	1 730
Las Lomas-Pte. Macará	Sinuosa	Muy Ondulada	40 km/hr	995

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

CAPÍTULO II: ESTADO DEL ARTE

2.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD SOCIAL EN OTROS PAÍSES

A la hora de medir los cambios en el capital social, medioambiental y el económico, las complejidades son enormes y los modelos de medición para valorar esos cambios son variados. En la literatura técnica se han identificado que las metodologías de evaluación aplicada a carreteras se definen bajo dos premisas: según su línea de actuación y según el país de origen. A continuación se definen y describen las características de cada una de estas dos categorías.

2.1.1 Según la línea de actuación

Se presentan las dos formas de concebir una evaluación para carreteras. Estas líneas de actuación están definidas en 2 tipos: “Análisis Costo – Beneficio” (CBA) y “Análisis Multi-criterio” (MCA), por sus siglas en inglés.

El objetivo específico de este subcapítulo es mostrar las dos líneas de actuación para evaluar carreteras, por lo que se comienza haciendo un breve resumen de la concepción del “análisis costo beneficio”, mostrando su finalidad, parámetros que considera, así como las diversas técnicas que sirven de apoyo para su aplicación. Luego, se define el “análisis multicriterio”, mostrando las diversas aplicaciones identificadas bajo este contexto.

A. Análisis Costo - beneficio (CBA)

Un análisis de costo-beneficio consiste en obtener los mayores y mejores resultados al menor esfuerzo invertido. Se aplica frecuentemente para determinar cuál de las distintas opciones ofrece mejor rendimiento sobre la inversión. Esta herramienta es especialmente útil en proyectos de mejora de la calidad, y cuando un equipo está evaluando las alternativas de solución a una situación determinada.

Para el cálculo de la relación Costo - Beneficio (C - B) también se requiere de la existencia de una tasa de descuento para su cálculo. Para determinar el costo - beneficio, primero se establecen por separado los valores actuales de los

ingresos y los egresos, luego se divide la suma de los valores actuales de los costos e ingresos.

En definitiva, se pueden presentar situaciones en la relación Beneficio Costo:

- Relación B/C >0

En consecuencia, si el índice es positivo o cero, el proyecto debe aceptarse.

- Relación B/C < 0

Entonces, si el índice es negativo, el proyecto debe rechazarse.

Finalmente, el valor de la relación costo - beneficio cambiará según la tasa de descuento seleccionada, o sea, que cuanto más elevada sea dicha tasa, menor será la relación en el índice resultante.

En España, existe cierta tradición de desarrollar análisis de costo-beneficio en los proyectos, sin embargo, esta tradición no ha sido muy extensa, comparado con otros países de la propia Comunidad Europea. En la actualidad, existen cuatro (4) técnicas para obtener este análisis: punto de equilibrio, período de retorno ó de devolución, valor presente neto (el más común) y la tasa interna de retorno y a continuación se definen cada una de ellas.

El punto de equilibrio, es una herramienta financiera que permite determinar el momento en el cual las ventas cubrirán exactamente los costos, expresándose en porcentaje. Observar el punto de equilibrio para realizar una mejora del beneficio en un proyecto, es una de las formas más sencillas de hacer el análisis de costo-beneficio.

El Período de devolución (Payback Period) es el tiempo necesario para recuperar el monto inicial de una inversión de capital de un proyecto. Calcula la cantidad de tiempo que se tomaría para lograr el flujo de caja positivo igual a la inversión total.

Toma en cuenta los beneficios, tales como el valor asegurado, indicando esencialmente la liquidez del esfuerzo por mejorar el proceso, en vez de su rentabilidad.

El período de reembolso es el método más sencillo para analizar estudios de inversión, centrándose esencialmente en la recuperación de costes de inversión.

El valor presente neto procede de la expresión inglesa Net present value. El acrónimo es NPV en inglés y VAN en español. Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los cash-flows futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.

La tasa Interna de retorno, La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero. El VAN o VPN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente.

Aunque es deseable que los beneficios sean más grandes que los costes, no existe una respuesta única de cuál es la relación ideal de beneficio a coste. Existe en ciertas ocasiones ganancias que no necesariamente son económicas, sino pudieran ser de naturaleza social, por ejemplo motivación de los empleados, responsabilidades legales y seguridad en el trabajo, etc., y pueden ser beneficios escondidos que no son evidentes en el análisis original. Es aquí donde se presenta una de las mayores desventajas con respecto al análisis multicriterio.

B. Análisis Multicriterio (MCA)

El análisis multicriterio es un método que permite orientar la toma de decisiones a partir de varios criterios comunes. Este método se destina esencialmente a la comprensión y a la resolución de problemas de decisión. Se utiliza para emitir un juicio comparativo entre proyectos o medidas heterogéneas, por lo que puede emplearse en evaluación.

De esta forma, tomando como base diversos criterios, los decisores pueden integrar, en un contexto prospectivo o retrospectivo, la diversidad de las opiniones relativas a los proyectos para emitir un juicio.

Este método implica la participación de los distintos actores (decisores, técnicos, beneficiarios) y conduce a la obtención de consejos operativos y recomendaciones. Su objetivo es alcanzar una solución mediante la simplificación del problema, respetando en todo momento las preferencias de los actores.

El análisis multicriterio es ante todo una herramienta vinculada a la toma de decisiones, por lo que se emplea a menudo como apoyo en el proceso de planificación y en las posibles evaluaciones que pueden realizarse en este contexto. Sirve sobre todo, para comparar diferentes alternativas (trazados de carreteras, opciones de ordenación territorial, ofertas de empleo público, etc.) o diversas medidas de un programa.

Finalmente, la principal ventaja del análisis multicriterio es su utilidad para simplificar situaciones complejas. Efectivamente, se ha comprobado que, más allá de determinados criterios, la mayoría de los decisores no son capaces de integrar la totalidad de la información en su valoración. Descomponiendo y estructurando el estudio, el análisis multicriterio permite avanzar paso a paso hacia la búsqueda de una solución objetiva y razonada.

Ya definidas las dos líneas en que se puede valorar un proyecto constructivo de una carretera se muestran las técnicas utilizadas en base al país de aplicación.

2.1.2. Según el país de aplicación

Como se ha podido observar a través del marco conceptual comentado anteriormente, existen dos formas o líneas de evaluar carreteras: [CBA] y [MCA]. Ahora en lo que sigue, se presentan las distintas metodologías empleadas para evaluar una carretera según el país donde se han aplicado y se representan en el cuadro N° 07.

En su gran mayoría estas metodologías adoptan el análisis costo-beneficio, por el hecho de ser, en cierto modo, más simples y fáciles de aplicar.

El Porcentaje (%) de carretera en buen estado respecto a la clase de vía consiste en medir cualitativamente el nivel de servicio de la calzada mediante la apreciación visual del decisor. Esta valoración se lleva a cabo en países como

Canadá, República Checa, Suecia o Suiza donde el nivel de servicio se encuentra definido.

Análisis Multicriterio es utilizado cuando un grupo de personas debe tomar una decisión importante en la que concurren distintos aspectos, complejos o controvertidos, fundamentalmente en las etapas de selección y evaluación de alternativas.

La Percepción del usuario consiste en medir el confort del usuario de la carretera. Este tipo de valoraciones es la técnica más sencilla, pero también la que aporta menos fiabilidad debido a que pueden existir diferencias entre la valoración de un usuario u otro. Con frecuencia se realizan estudios con esta técnica cuando se pretende tener una valoración rápida.

Análisis de costo-beneficio consiste en determinar si los beneficios de un proceso o procedimiento dado están en proporción con los costes. Se aplica frecuentemente para determinar cuál de las distintas opciones ofrece mejor rendimiento sobre la inversión. Esta herramienta es especialmente útil en proyectos de mejora de la calidad, cuando un equipo está evaluando las alternativas de solución a una situación determinada.

Menos coste en su ciclo de vida consiste en valorar el beneficio económico durante el ciclo de vida.

Cuadro N° 07. Modelos de evaluación de carreteras según el país de aplicación

País	% de carretera en buen estado respecto clase de vía	Análisis Multicriterio	Percepción del usuario	Análisis de Coste-beneficio	Menos coste en su ciclo de vida
Australia					X
Canadá	X				
Rep. Checa	X				
Dinamarca				X	
Hungría		X			
México		X		X	
Nw Zelanda			X	X	X
Sud-África					X
Suecia	X			X	
Suiza	X				
Reino Unido		X		X	X
USA				X	X
Italia		X			
España		X	X	X	

Fuente: PIARC, Road Safety Committee of the World Road Association

2.1.3 Enfoques de la evaluación social de proyectos en México.

Aun cuando existen al menos cuatro puntos de vista desde los cuales se pueden analizar los proyectos (el del banquero que lo financia, el del propietario, el de la oficina presupuestal del gobierno y el del país), en esencia, para fines de política de desarrollo económico, llevar a cabo un proyecto exige responder a dos preguntas: ¿qué pasa con el bienestar o la riqueza del dueño o promotor del proyecto?, ¿qué pasa con el bienestar o riqueza de la sociedad en su conjunto?.

Si ambas respuestas coinciden en decirnos que con la realización de un proyecto mejora la riqueza del dueño y mejora la riqueza de la sociedad, entonces estamos en un mundo feliz (zona A de la figura N° 06). Asimismo, estaríamos en la misma situación si sucediera el caso contrario, es decir, cuando se prevé que la realización de un proyecto va a empobrecer tanto al dueño como al país en su conjunto, ya que no se llevaría a cabo (zona D de la figura N° 06).

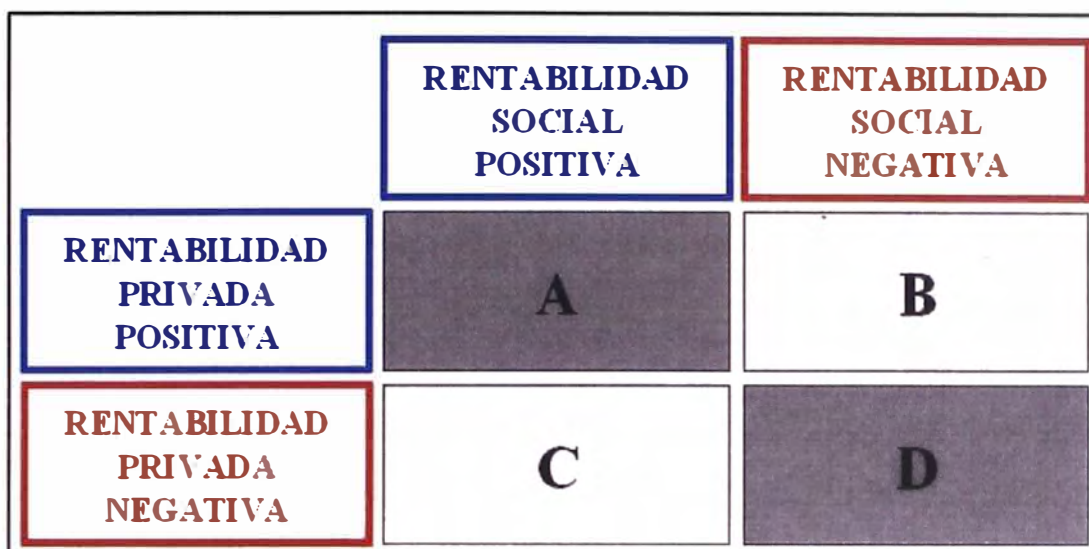


Figura N° 06 Rentabilidad privada y social de los proyectos

Sin embargo, en países como el nuestro es frecuente que, debido a distorsiones en los mercados de bienes y servicios, ambas respuestas pueden ser contradictorias. Un primer caso es cuando un proyecto resulta rentable desde el punto de vista privado, pero no lo es por cuanto a la sociedad (véase la zona B).

Por ejemplo, cuando una familia decide instalar una cisterna y equipo eléctrico para asegurar su dotación de agua, así como comprar agua para beber en bidones, está realizando varios proyectos que le resultan rentables, es decir, que mejoran su bienestar. No obstante, estos proyectos no son rentables para la sociedad en su conjunto, debido a que el beneficio que la familia obtiene por los citados medios, se podría obtener a un costo social mucho menor a través de mecanismos eficientes de dotación de agua potable. La diferencia entre el costo de un sistema eficiente y el de proveer el servicio como actualmente lo hacemos (incluida una gran proporción de agua embotellada) es una medida de la pérdida social en que incurre la sociedad.

Un segundo caso, mucho más frecuente, es cuando los proyectos no son rentables para una empresa o grupo particular, pero sí lo son para la sociedad en su conjunto (zona C). En especial, en el área de necesidades básicas (alimentación, salud, educación y vivienda) ocurre, en la gran mayoría de los casos, que el beneficio social es mayor que el privado y, por lo tanto, son socialmente rentables proyectos que nunca llevaría a cabo una empresa privada.

Por ejemplo, resulta claro que en zonas de extrema pobreza no se instalarán escuelas o clínicas de salud privadas, simplemente porque sus habitantes no pueden pagar los servicios. En ausencia de una acción directa del Estado que provea tales servicios, o de que establezca los mecanismos para incentivar a los privados a realizarlos, la diferencia entre el beneficio neto que se obtendría de llevarse a cabo el proyecto y la situación actual, también es una medida de la pérdida social.

Por razones como las anteriormente señaladas es por las cuales en ocasiones los gobiernos se retiran de las áreas que pueden ser realizadas por el sector privado (asegurando mecanismos de competencia, libertad de entrada, derechos de propiedad, etc.), con una rentabilidad social igual o mayor que la privada, y entonces les es posible concentrarse en:

- Realizar o crear los incentivos (como los subsidios a la demanda) para que los proyectos socialmente rentables se lleven a cabo
- Corregir las distorsiones que hacen que los agentes privados realicen proyectos no rentables para la sociedad.

Ambas funciones requieren una enorme cantidad de esfuerzos, pero concentran la función pública en políticas que, por su naturaleza, no pueden provenir de otra parte, además de que constituyen la parte medular de la política económica del desarrollo. Por el contrario, en la medida en que el Estado insista en actuar como empresario en asuntos que pueden ser llevados a cabo por el sector privado, con igual o mayor eficacia, seguramente está distrayendo atención y recursos en detrimento de las funciones que el sector privado no puede realizar, como es el caso de los programas de combate a la pobreza extrema.

La gran contribución que pueden aportar estos criterios a la sociedad se mide de diferentes formas, pero en esencia se trata de que los ahorros obtenidos al asignar eficientemente los recursos nacionales (evitando los malos proyectos) se pueden canalizar a la formación de capital humano: en especial, de la población más pobre. Además, los excedentes económicos de los proyectos rentables aumentan el crecimiento económico y por lo tanto contribuyen a disminuir los niveles de pobreza de los países.

2.1.4 Contenido de un estudio de evaluación social a nivel de perfil

Sin pretender ser exhaustivo, sino solamente de señalar los aspectos más importantes, al hacer la evaluación social de un proyecto deben seguirse los siguientes pasos:

A. Origen del proyecto y objetivo del estudio

En este punto, por lo general pequeño (una o dos hojas), debe describirse de que manera surge el proyecto a evaluar, quién es el promotor del proyecto, cuál es el problema que se pretende resolver (o la oportunidad a aprovechar), qué alternativas de solución se han planteado, cuáles se han desechado y por qué, así como las que aún se pretende evaluar. El objetivo del estudio debe quedar completamente claro y el promotor del proyecto debe estar de acuerdo. No debe continuarse un estudio de evaluación si esto no se ha cumplido.

B. Diagnóstico de la situación actual

En este capítulo, de crucial importancia para un buen estudio de evaluación, debe describirse con todo detalle cuál es el funcionamiento o situación actual del asunto que nos ocupa. Debe describirse con claridad el problema y las causas que lo ocasionan, su magnitud, quiénes son los afectados y cuáles las consecuencias si el problema no se resuelve. Deben investigarse (directa o indirectamente) todos los aspectos técnicos relativos al problema y sus causas. De este capítulo debe quedar claro el problema que queremos resolver y las alternativas de solución (técnicamente viables) que serán sometidas al estudio de evaluación costo beneficio. Aunque en la realidad muchas veces se evalúan varias alternativas de solución, es recomendable centrarse en una por vez.

C. Situación sin proyecto

En este capítulo deben mencionarse qué acciones de "optimización" se pueden poner en práctica, a "bajo costo", o las medidas administrativas que puedan restaurar el nivel de servicio para el que fue diseñado el sistema que se pretende mejorar o ampliar. La "situación sin proyecto" debe planearse a lo largo del tiempo, a fin de compararla con la "situación con proyecto" y, de esta manera, definir de forma correcta tanto los costos como los beneficios que serán legítimamente atribuibles al proyecto. La "situación sin proyecto" debe simular lo

que ocurriría a través del tiempo si no existieran los recursos para ejecutar el proyecto propuesto y, en consecuencia, reflejar los esfuerzos por “dar el mejor servicio posible” con lo que se tiene. El objetivo es evitar asignarle al proyecto beneficios que se podrían obtener mediante acciones administrativas o de menor costo, que podrían resolver en gran parte las causas del problema a solucionar.

También deben identificarse los efectos que pudieran tener algunos proyectos relacionados, con presupuesto asignado o ya en ejecución, para incorporarlos en nuestra “situación sin proyecto”

D. Situación con proyecto

En este capítulo debe describirse en qué consiste el proyecto propuesto, y tiene que ser una consecuencia lógica de los capítulos anteriores. Aunque en la práctica muchas veces se pueden analizar y evaluar una o dos alternativas de solución del problema, es aconsejable solamente tratar con una de ellas cada vez, a fin de evitar confusiones en la asignación de costos y beneficios. Deben describirse, de manera analítica, las características tanto físicas como operacionales del proyecto propuesto. Es decir, describir cuál sería la “vida” del proyecto: cómo y de qué manera va a solucionar el problema objetivo. Las partes técnicas correspondientes deben haber sido analizadas conjuntamente con los especialistas en la materia. Debe recordarse que el estudio de evaluación no se refiere al análisis de las características físicas del proyecto (niveles de presión de agua, resistencia de materiales, análisis de niveles o de pendientes), sino a su viabilidad económica.

E. Identificación, cuantificación y valoración social de costos y beneficios

En este capítulo deben describirse y analizarse todos los beneficios y costos atribuibles al proyecto. En primer lugar, hay que hacer un análisis exhaustivo de la manera en que el proyecto contribuirá a solucionar el problema detectado y todos los costos pertinentes que van a surgir. Después se procede a cuantificarlos (tiempo ahorrado, litros de agua adicional, número de accidentes evitados, etc.) y a valorarlos, usando en todos los casos, de preferencia, precios sociales. En caso de no contar con precios sociales para todos los bienes y servicios involucrados, pueden usarse “factores de conversión” generales, o bien, en último caso, precios de mercado, haciendo resaltar las razones de su

utilización en cada caso relevante. Conviene hacer análisis de sensibilidad de los precios más importantes del proyecto o, mejor aún, usar probabilidades de ocurrencia, a fin de obtener estimaciones dentro de un cierto rango de confianza.

Las cifras obtenidas deben proyectarse hasta un tiempo determinado, que varía de proyecto a proyecto. En general, puede usarse el probable tiempo de vida del principal bien involucrado en el proyecto, afectando los renglones de mantenimiento necesarios. Es importante que los precios proyectados reflejen, en términos generales, lo que se espera que ocurra en el mercado correspondiente, es decir, por ejemplo, no sería correcto proyectar un costo de mano de obra, para una cierta categoría de trabajadores, constante durante un determinado período, ya que esto muy probablemente no va a ocurrir. Hay que evitar la confusión que a veces ocurre, entre los precios reales (sin efecto inflacionario) y los precios constantes. Los primeros tienden a cambiar a lo largo del tiempo, simplemente porque las condiciones de cada mercado son cambiantes, en tanto que los segundos no existen.

F. Evaluación social del proyecto

En este capítulo se presentan los flujos de caja estimados para la vida del proyecto y los cálculos de los indicadores de rentabilidad. Es preferible mostrar un flujo de caja que muestre los principales renglones de costos y beneficios, año por año, por todo el período, a fin de observar rápidamente qué se espera del proyecto en vez de mostrar un cuadro resumen que puede esconder datos relevantes; por ejemplo, los supuestos que se hacen respecto a la evolución de los precios reales.

Respecto a los indicadores de rentabilidad se recomienda, en general, usar el VAN social. Algunos indicadores como la razón costo-beneficio, la tasa interna de rendimiento o el período de recuperación pueden conducir a errores significativos, por lo que no se recomienda su utilización. Sin embargo, en ocasiones pueden ampliar la información de quienes toman las decisiones.

También debe tenerse en cuenta que hay proyectos donde la pregunta relevante no es ¿Cuál es el VAN del proyecto?, sino ¿Cuál es el máximo VAN del proyecto? Por ejemplo, en los proyectos donde los beneficios son una función creciente del tiempo (carreteras, educación, salud, agua, entre muchos otros),

simplemente porque el VAN aumenta en la medida en que aumenta la población o el ingreso, la pregunta relevante no es ¿conviene construir la carretera?, sino ¿cuándo conviene construir la carretera?, es decir, el momento óptimo de inversión.

También hay casos donde el tamaño de la inversión es una pregunta relevante.

¿Se construye la carretera de cuatro carriles, de tres o de dos carriles?, ¿se hace la escuela de diez o de 20 salones de clase? En estos casos debe realizarse un análisis de tamaño óptimo de proyecto. Se recomienda usar, en lo posible, gráficas para ilustrar el comportamiento esperado del proyecto, tanto de costos como de beneficios. También se pueden usar gráficas para ilustrar el comportamiento del VAN social probable ante diferentes tasas de descuento, de la Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI) en los casos donde el momento óptimo de inversión sea relevante, así como de la Tasa Interna de Rendimiento marginal en los casos donde el tamaño óptimo de inversión sea importante.

G. Conclusiones, recomendaciones y limitaciones

En este apartado, se presentan de manera muy breve las principales conclusiones del estudio de evaluación, recomendando algún curso de acción; por ejemplo, realizar el proyecto, afinar la información para un estudio más detallado en algunos aspectos, rechazar el proyecto o posponerlo para algún período futuro, haciendo explícitas las razones de cada caso. Asimismo, se requiere mencionar las limitaciones del estudio de evaluación, destacando con claridad los supuestos utilizados e indicando en su caso, todos los costos y beneficios que no pudieron ser cuantificados o valorados.

2.2 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD SOCIAL EN EL PERÚ

En el Perú, la inversión pública se ha caracterizado históricamente por no considerar como una prioridad el análisis de su eficiencia. Los proyectos de inversión se realizaban en función del momento, sin tomar en cuenta su sostenibilidad a largo plazo ni su impacto en el beneficio de la población; es por eso que se crea el SNIP.

El SNIP (Sistema Nacional de Inversión Pública) es un sistema administrativo del Estado que busca mantener calidad en los Proyectos de Inversión Pública, empleando procedimientos y normas técnicas establecidas en su reglamentación. Sus principales objetivos son:

- Eficiencia en el uso de recursos.
- Sostenibilidad en los servicios intervenidos por los Proyectos de Inversión.
- Mayor bienestar para la población.

El SNIP está conformado por:

- El Órgano Resolutivo o más alta autoridad ejecutiva de la entidad, (Alcaldes, Presidentes de Gobiernos Regionales, Ministros, etc.)
- Las Unidades Formuladoras u órganos responsables de la formulación de los estudios de preinversión.
- Las Oficinas de Programación e Inversiones (OPI) encargadas de la evaluación y declaración de viabilidad de los PIP.
- Las Unidades Ejecutoras (UE) responsables de la ejecución, operación y mantenimiento y evaluación ex post de los PIP en las diferentes entidades públicas de todos los niveles de Gobierno.

Las disposiciones del SNIP se aplican a más de 1980 Unidades Formuladoras (UF) y más de 920 Oficinas de Programación e Inversiones (OPI) de alrededor de 850 entidades sujetas al sistema entre Ministerios, Institutos, Escuelas Nacionales, Universidades Nacionales, Empresas de FONAFE, Gobiernos Regionales, Gobiernos Locales, Empresas de Tratamiento Empresarial, etc.

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1 CONCEPTOS BÁSICOS

Es necesario realizar algunas precisiones conceptuales que son asumidas y desarrolladas a lo largo del presente informe y cuyos resultados son expresados gráficamente.

3.1.1 Evaluación social de proyectos

Ahora veamos a qué nos referimos con la palabra “social” en el contexto de la evaluación de proyectos. Aquí tenemos que aceptar que no se hace un uso correcto de la palabra y, en consecuencia, el concepto confunde a muchas personas. Algunos piensan que las técnicas de la evaluación social de proyectos se deben aplicar solamente a los proyectos denominados “sociales” (como los de educación, nutrición, vivienda, salud, justicia y previsión social). Otros piensan que al usar la palabra social estamos dando a entender que los estudios también analizan el impacto en la distribución del ingreso, nacional o regional, que un proyecto traerá como consecuencia. Aun cuando esto sería sumamente útil, la realidad es que actualmente tenemos muy pocos elementos para hacer esos cálculos.

Por las razones anteriores, un nombre más adecuado sería evaluación nacional de proyectos, puesto que la cuestión que se trata de responder con los estudios de evaluación es si acaso una nación estará mejor o peor al hacer o no un proyecto. En este contexto, la palabra “social” se refiere a la sociedad de un país, en cuanto a si su riqueza o bienestar estará mejor o peor al canalizar parte de sus recursos disponibles a una cierta aplicación. También hay que señalar que cuando hablamos de bienestar nos referimos a un área muy especial, que incluso es mucho más precisa que la de las cuentas nacionales. Por esta razón, la evaluación social de proyectos es un área especial de aplicación de la teoría económica del bienestar y toda su literatura se aplica a ella.

En este sentido, resulta muy importante tratar de definir con la mayor precisión y objetividad posibles quiénes son los beneficiarios de los proyectos, ya que esto puede ayudar a decidir la ejecución o no de un proyecto, o bien, qué proyecto hacer primero, cuál postergar y cuál rechazar.

3.1.2 Área de Influencia

Es aquella porción territorial sobre la cual se prevé la manifestación de efectos socioeconómicos directos e indirectos derivados del emplazamiento de la Carretera de Penetración, y que puede abarcar un espacio diferente de aquel definido como área de estudio. Es el área resultante del análisis territorial al prospectar el comportamiento y/o afectación (positiva o negativa) que éste tendrá con el desarrollo de la Carretera de Penetración.

3.1.3 Área de estudio

Es aquella superficie conformada por la suma de todas las entidades político administrativas de menor jerarquía involucradas de manera directa (ocupación en la totalidad o parte de su superficie) por la implantación de la Carretera de Penetración. Se incorporan en esta área a los espacios con estatus legal especial (como parques nacionales, reservas biológicas, patrimonio natural o cultural, territorios comunales, resguardos, entre otras) próximas o superpuestas a las áreas anteriormente definidas. Esta definición posibilita focalizar los análisis para comprender las dinámicas y relaciones actuales de los sistemas naturales y humanos allí establecidos y prospectar escenarios de tendencias.

3.2 INDICADORES SOCIOECONOMICOS.

Los indicadores tienen como propósito definir una serie de índices que permitan evaluar desde un enfoque sistémico las principales oportunidades socioeconómicas de la Carretera de Penetración y el territorio donde está emplazado.

La caracterización territorial se debe llevar a cabo mediante la medición y/o calificación de una serie de indicadores ambientales, socioeconómicos, culturales, de gestión, de amenaza e impacto. Una vez adquirida la información y realizada la calificación de los indicadores, mediante técnicas de metodologías paramétricas se priorizarán y a su vez se escogerá un conjunto lo más concreta y definida posible de indicadores.

De esta manera, el conjunto de indicadores se convierte en un instrumento flexible de aplicación, considerando para cada caso específico los que tienen

una relevancia especial y los que puedan ser medidos y evaluados, dadas las limitaciones de información que se pudiesen presentar.

Debido a la escasa información sobre los criterios a utilizar y cómo relacionarlos, se recurre al conocimiento experto para la definición de los indicadores, a partir del establecimiento y la definición previa de los factores estratégicos de análisis y la selección de los algoritmos de cálculo utilizados en su concreción, y a las implicaciones que una actuación pueda tener sobre el territorio ocasionadas por la Carretera de Penetración.

Los indicadores se elaboran para ayudar a simplificar, analizar y comunicar información a diferentes niveles de la sociedad sobre fenómenos complejos. El fin de los indicadores es reducir los niveles de incertidumbre en la elaboración de estrategias y acciones referentes al desarrollo de la Carretera de Penetración, el desarrollo territorial y la integración territorial, entre otros aspectos, y que permitan una mejor definición de prioridades y urgencias.

La selección y elaboración de indicadores socioeconómicos hacen necesario definir un modelo que permita estructurar e integrar informaciones muy diversas y dispersas provenientes de varias fuentes. La integración de datos contribuye también, a revelar conexiones, efectos sinérgicos entre problemas y a estandarizar y normalizar conocimiento con otros trabajos encaminados al logro de objetivos similares.

3.2.1 Características de los indicadores

Al analizar la importancia de los indicadores, a múltiples niveles de detalle y resolución temporal y espacial, éstos deben poseer las siguientes características:

- Deben estar vinculados con los factores estratégicos definidos como relevantes para la evaluación.
- Deben ser lo suficientemente sensibles, de tal manera que provean una rápida advertencia sobre los cambios.
- Que en lo posible tengan una distribución geográfica amplia, o que permita ser aplicado con amplitud.

- Su utilización debe ser de bajo costo y de fácil medición, colección y/o cálculo.
- Deben ser prácticos e interpretables por quienes toman las decisiones.

3.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

3.3.1 Definición de Sistema de Información Geográfica

Un Sistema de Información Geográfica es un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, administración, manipulación, análisis, moldeamiento y representación gráfica de datos u objetos referenciados espacialmente, para resolver problemas complejos de planeación y administración. Un SIG es una base de datos espacial.

La diferencia que existe entre un SIG y otros paquetes de software gráficos reside en que el SIG es esencialmente una base de datos espacial, lo que le otorga una cualidad incomparable en el desarrollo de análisis enfocados a resolver problemas reales que afectan el espacio geográfico.

Los Sistemas de Información Geográfica (en adelante SIG) son herramientas de análisis que ofrecen la posibilidad de identificar las relaciones espaciales de los fenómenos que se estudian.

3.3.2 Objetivo fundamental de un SIG.

Los objetivos básicos de un SIG son los siguientes:

- Conocer el comportamiento espacial de los datos para resolver situaciones y Problemas del mundo real
- Consultar y analizar información a través de su representación espacial y sus Atributos asociados.

El SIG almacena información cartográfica digital, a la cual se anexa una información atributiva organizada mediante tablas. Los datos descriptivos recogidos en las tablas permiten realizar las consultas, análisis, gráficos e informes relativos a los datos espaciales.

3.3.3 Formatos de almacenamiento de datos espaciales

El formato de almacenamiento hace referencia a como se muestrean y organizan las variables y objetos para lograr una representación lo más adecuada posible. En un SIG existen básicamente dos formatos de almacenamiento que se conocen como formato ráster y formato vectorial y que dan lugar a los dos grandes tipos de capas de información espacial. En la figura N° 07 se observa las diferencias de representación de la realidad según el modelo usado.

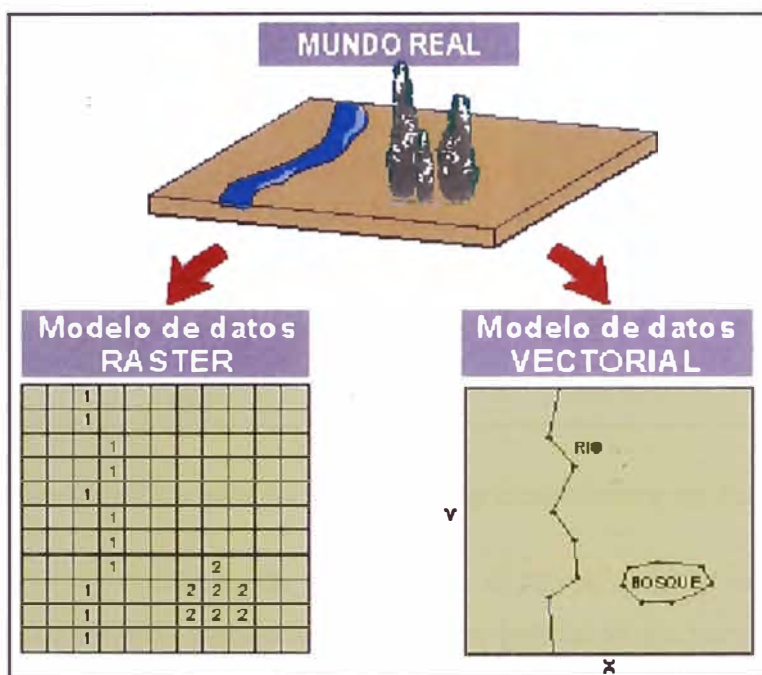


Figura N° 07. Diferencias de representación de la realidad según el modelo usado

Modelo Ráster

El modelo ráster es un método para el almacenamiento, el procesado y la visualización de datos geográficos. Cada superficie a representar se divide en filas y columnas, formando una malla o rejilla regular de celdas rectangulares (no necesariamente cuadrada) donde cada celda de la rejilla guarda tanto las coordenadas de la localización como el valor temático (Figura N° 08). La localización de cada celda es implícita, dependiendo directamente del orden que ocupa en la rejilla.

En el modelo ráster, el espacio no es continuo sino que se divide en unidades discretas, lo que le hace especialmente indicado para ciertas operaciones espaciales como por ejemplo las superposiciones de mapas o el cálculo de superficies.

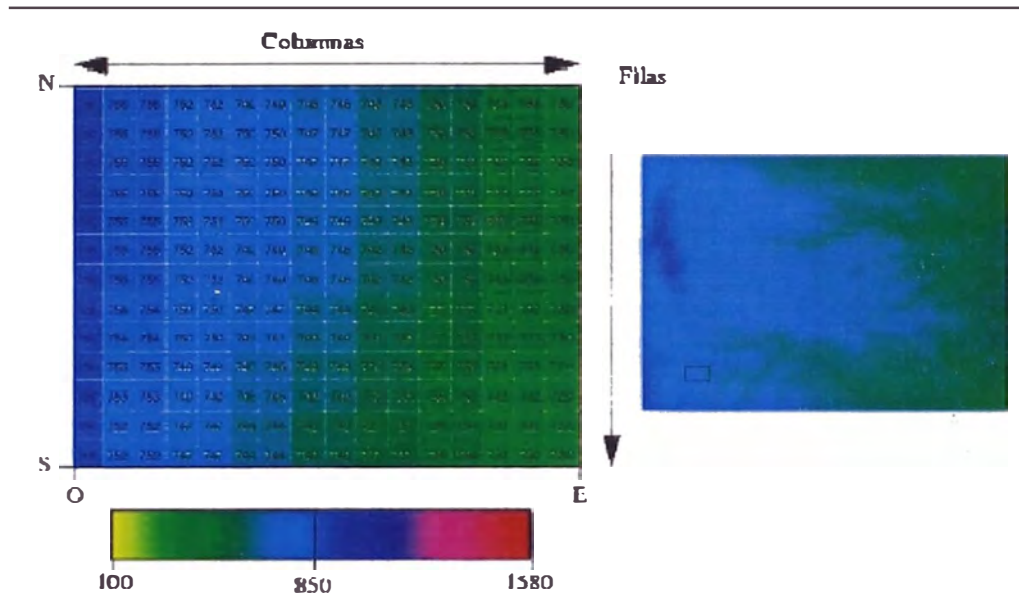


Figura N° 08. Codificación de una variable cuantitativa en formato ráster

Una cuestión crucial, como es de esperar, es el tamaño de la cuadrícula que se utilice ya que cuanto más pequeña sea mayor precisión se tiene trabajando con ella. La proporción que existe entre el tamaño de cuadro y el espacio terrestre que represente nos dará la escala del mapa ráster en cuestión.

La posición de cualquier punto se realiza a partir de las coordenadas que sitúa la esquina superior izquierda. Gracias a la continuidad de las celdas y la escala se puede conseguir la posición de cualquier cuadrícula.

Modelo Vectorial

El modelo vectorial representa los objetos espaciales codificando, de modo explícito, sus fronteras o perímetro que separa los objetos de su entorno. Las líneas que actúan de frontera son representadas mediante las coordenadas de los puntos o vértices que delimitan los segmentos rectos que las forman.

De este modo, los objetos puntuales se representan mediante un par de coordenadas, la X y la Y de la posición del objeto. Los elementos lineales se

aproximan mediante el trazado de segmentos lineales que se cruzan en vértices y se representan mediante las coordenadas X e Y de esos vértices. Finalmente, como se muestra en la figura N° 09, los polígonos se codifican aproximando sus fronteras mediante segmentos lineales que se cortan igualmente en vértices cuyas coordenadas se registran.

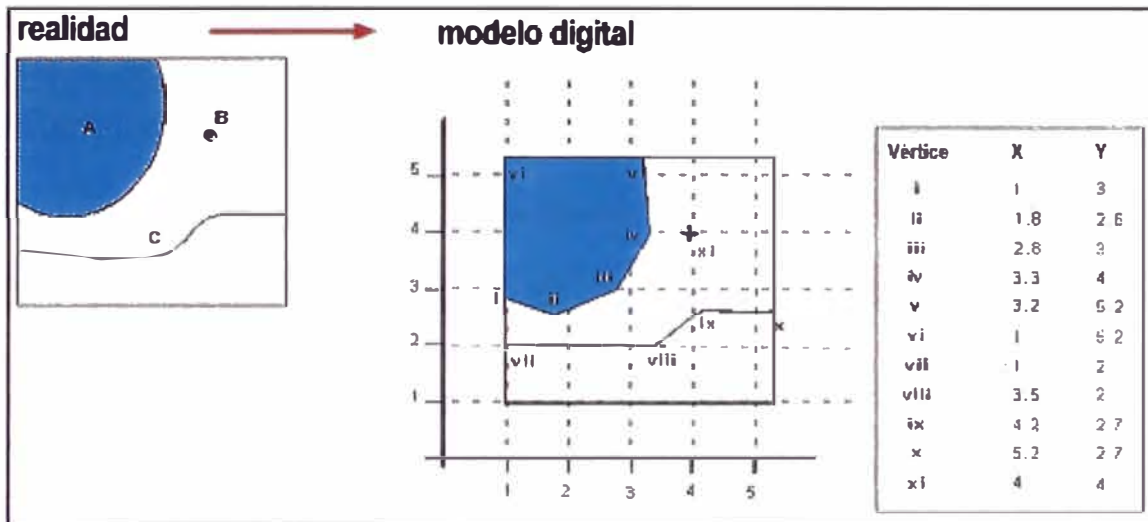


Figura N° 09. Representación de la realidad mediante un modelo vectorial.

3.3.4 Ventajas y desventajas de los modelos ráster y vectorial.

Está claro que las superficies se representan más eficientemente en formato ráster y sólo pueden representarse en formato vectorial mediante los modelos híbridos (mallas de puntos, TIN e isoclinas) que no resultan adecuados para la realización de posteriores análisis ya que todas las operaciones que permite el modelo ráster resultaran mucho más lentas con el modelo vectorial. En general, cualquier tipo de modelización física de procesos naturales que se base en Sistemas de Información Geográfica requiere un modelo de datos de tipo ráster.

Tradicionalmente se ha considerado que para la representación de los objetos resulta más eficiente la utilización de un formato vectorial ya que ocupa menos espacio en disco duro, en cambio y en contraprestación, el formato vectorial es más lento que el ráster para la utilización de herramientas de análisis espacial y consultas acerca de posiciones geográficas concretas.

Las ventajas del modelo raster incluyen la simplicidad, la velocidad en la ejecución de los operadores y que es el modelo de datos que utilizan las imágenes de satélite o los modelos digitales de terreno. Entre las desventajas del modelo raster destaca su inexactitud que depende de la resolución de los datos y la gran cantidad de espacio que requiere para el almacenamiento de los datos.

En el cuadro N° 08 se recogen una colección de ventajas y desventajas que presentan ambos tipos de formatos.

Cuadro N° 08. Cuadro comparativo entre formato ráster y vectorial.

MODELO RASTER Ventajas	MODELO VECTORIAL Ventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Estructura de datos sencilla. • La operación de superposición (overlay) se realiza de forma fácil. • Ofrece una mejor solución frente a la variabilidad de la información espacial. • Formato necesario para la modificación y uso de imágenes digitales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionan una estructura de datos compacta y ocupando menor espacio en disco. • Codifica de manera más eficaz las relaciones topológicas entre elementos. • Está diseñado para trabajar con gráficos, por ejemplo capas de aplicaciones CAD
Desventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza más recursos del sistema. • Las relaciones topológicas son más complicadas de representar. • Los mapas resultan menos estéticos al tener menor definición en los límites. La solución a esta desventaja depende de la resolución de celda que se utilice con el consiguiente aumento del volumen del archivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene una estructura de datos más compleja que el formato ráster. • Las operaciones de superposición (overlay) son más difíciles de obtener. • La representación de mapas con una elevada variabilidad de información es ineficiente. • El manejo de imágenes digitales en este formato no puede realizarse de una manera eficaz.

Fuente: Fernández de Mera, David. Análisis ráster de rutas de mínimo coste con GeomediaPRO

3.4 MAPAS TEMÁTICOS

Los mapas temáticos se utilizan para representar diferentes aspectos de la vida económica, social, ambiental, la historia de una región, país o continente. Para elaborar estos mapas temáticos se utilizara el software ArcGIS que es una

herramienta SIG con amplia capacidad de visualización, consulta y análisis de información geográfica.

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

El Sistema de Información Geográfica separa la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma.

CAPÍTULO IV: INFLUENCIA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO EN LA RENTABILIDAD DE LA CARRETERA

4.1 INDICADORES SOCIOECONOMICOS

Para evaluar la influencia del medio socioeconómico en la rentabilidad de la carretera se utilizarán indicadores socioeconómicos, estos indicadores nos permitirán realizar una mejor interpretación de los resultados a obtener. Las bibliografías consultadas indican que la selección de los indicadores debe de estar a cargo de especialistas, de ellos se ha seleccionado los indicadores que se utilizarán para el presente informe de suficiencia.

4.1.1 Densidad de Población

Indica el número de personas por unidad de superficie, normalmente habitantes por km². Da una idea de la distribución de la población, la cual es generalmente alta en las zonas urbanas. El cuadro N° 09 muestra la densidad poblacional de los distritos que conforman el área de influencia, correspondiente al año 2007.

Cuadro N° 09 Densidad de población

Provincia	Distrito	DENS. POBL. 2007 Hab/Km ²
Piura	Piura	2788.2
	Las Lomas	51.5
	Tambogrande	66.8
Ayabaca	Suyo	11
Paita	Paita	95.1
	La Huaca	18.1
Sullana	Sullana	320.9
	Miguel Checa	16.5

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

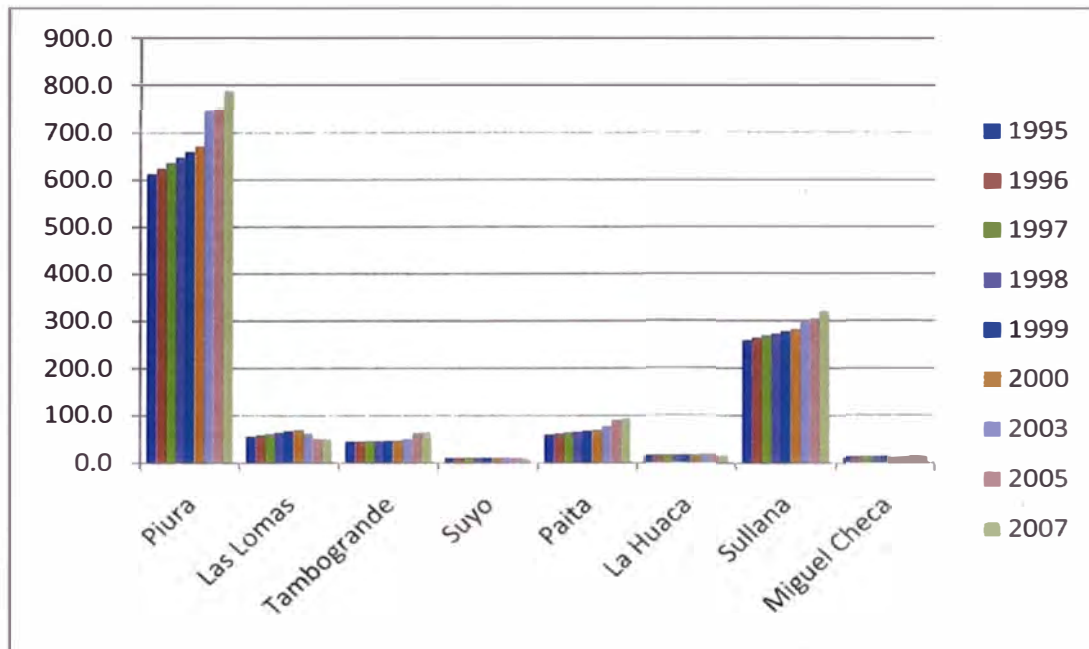


Figura N° 10 Densidad de Población en el periodo 1995 - 2007

Fuente: Elaboración propia

Los distritos de Piura y Sullana son los que presentan los valores más altos de densidad de población, respectivamente. Además, como se observa en la figura N° 10, dichos distritos durante el periodo 1995 – 2007 mostraron un aumento de la densidad poblacional.

4.1.2 Tasa de Natalidad

Es el número proporcional de nacimientos que tiene lugar en una población y durante un periodo determinado, que generalmente es un año. Este un indicador muestra la fecundidad, es decir, la realización efectiva de la fertilidad o la abundancia de la reproducción de los seres humanos

Este indicador nos muestra que en el año del 2007, en el distrito de Piura nacen en promedio 22 niños por cada mil habitantes, como se muestra en el cuadro N° 10.

Cuadro N° 10 Tasa de natalidad

Provincia	Distrito	Nacimientos 2007	Tasa de natalidad Nacimientos/1.000 Habitantes
Piura	Piura	5980	22.97
	Las Lomas	219	8.14
	Tambogrande	2370	15.02
Ayabaca	Suyo	163	13.64
Paita	Paita	1118	15.42
	La Huaca	209	19.23
Sullana	Sullana	3038	19.33
	Miguel Checa	108	14.50

Fuente: Oficina Departamental de Estadística e Informática de Piura

4.1.3 Tasa de Mortalidad

La tasa de mortalidad es un indicador que refleja el número de defunciones por cada 1.000 (mil) habitantes de una población en un cierto periodo de tiempo (generalmente un año).

Cuadro N° 11 Tasa de mortalidad

Provincia	Distrito	Defunciones 2007	Tasa de mortalidad Defunciones/1.000 Habitantes
Piura	Piura	1231	4.7
	Las Lomas	34	1.3
	Tambogrande	179	1.1
Ayabaca	Suyo	21	1.7
Paita	Paita	135	1.9
	La Huaca	46	4.2
Sullana	Sullana	493	3.1
	Miguel Checa	22	2.9

Fuente: Oficina Departamental de Estadística e Informática de Piura

En el cuadro N° 11 se observa que en el período 2007 la mortalidad en el distrito de Piura fue de 4.7 por cada mil habitantes.

4.1.4 Cobertura de servicios de Educación

El cuadro N° 12 nos muestra a la población de 5 y más años que actualmente asiste a algún colegio, instituto o universidad.

Cuadro N° 12 Población actualmente asiste a algún colegio, instituto o universidad.

Provincia	Distrito	Total
Piura	Piura	87276
	Las Lomas	15145
	Tambogrande	23511
Ayabaca	Suyo	6471
Paita	Paita	21167
	La Huaca	5734
Sullana	Sullana	48204
	Miguel Checa	1910

Fuente: INEI - Resultados Definitivos del CPV 2007

4.1.5 Cobertura de servicios de Salud

En el cuadro N° 13 se observa la cantidad de establecimientos de salud como son los hospitales, centros de salud y puestos de salud.

Cuadro N° 13 Establecimientos de salud, por tipo, 2008

Provincia	Distrito	Hospital	Centro de Salud	Puesto de Salud
Piura	Piura	2	8	4
	Las Lomas	-	2	12
	Tambogrande	-	2	22
Ayabaca	Suyo	-	1	9
Paita	Paita	2	-	3
	La Huaca	-	2	2
Sullana	Sullana	2	5	3
	Miguel Checa	-	1	1

Fuente: MINSA - Dirección Regional de Salud Piura / ESSALUD Piura

4.1.6 Cobertura de servicios de Públicos

Representa el acceso a servicios públicos domiciliarios para la población (urbana y rural) de la totalidad de distritos del área de estudio.

El cuadro N° 14 nos muestra la población en hogares por número y tipo de necesidades básicas insatisfechas, en el año 2007.

Podríamos destacar como las principales necesidades básicas insatisfechas, identificadas en los hogares de la población; al agua potable conectada a una red pública mediante tubería y los sistemas de eliminación de excretas asociadas a servicios de desagüe por red pública.

Cuadro N° 14 Población en hogares por número y tipo de necesidades básicas insatisfechas, 2007

PROVINCIA	DISTRITO	Necesidades Básicas Insatisfechas (%)	
		Con al menos 1 NBI	Con 2 o más NBI
Piura	Piura	31,3	10.1
	Las Lomas	60,1	21.6
	Tambogrande	62,4	31.8
Ayabaca	Suyo	61,1	20.6
Paita	Paita	44,1	16.1
	La Huaca	66,1	27.9
Sullana	Sullana	38,0	11.6
	Miguel Checa	74,1	35.1

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda

CAPÍTULO V: APLICACIÓN A LA CARRETERA PAITA - PIURA - SULLANA - PUENTE MACARÁ

5.1 MATRIZ DE ANÁLISIS GEOESPACIAL

A partir de los actores identificados, en el área de influencia, se realiza la Matriz de Análisis Geoespacial (cuadro N° 15). La matriz identifica las sinergias y conflictos entre actores. Identificados ellos se elabora el plan de gestión de conflictos, tratando de disminuir los conflictos al máximo.

Cuadro N° 15. Relación entre actores y la carretera

	Frente de Defensa Tambogrande	Municipalidad Distrital	Emp. Minera Manhattan	Comisión de Agricultura	Comisión de regantes	Mineros Informales	Mirador de Tambo Grande	Carretera
Frente de Defensa Tambogrande		I	I	I	I	I	A	I
Municipalidad Distrital	Sb		I	I	I	I	I	I
Emp. Minera Manhattan	Ca	Ca		A	A	S	A	D
Comisión de Agricultura	Sa	Sb	Ca		A	D	D	D
Comisión de regantes	Sa	Sb	Ca	Sa		D	D	D
Mineros Informales	Sb	Cb	Ca	Ca	Ca		D	D
Mirador de Tambo Grande	Sb	Sa	Ca	Sb	Sb	Ca		I
Carretera	Sa	Sa	Sa	Sa	Sa	Sa	Sa	

Fuente: Elaboración propia

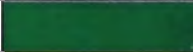
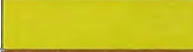

5.2 ANALISIS DE LOS INDICADORES SOCIOECONOMICOS

Para realizar esta etapa del informe se usará la metodología de valoración cualitativa de los indicadores socioeconómicos identificados, según la escala de valoración cualitativa que se muestra en el cuadro N° 16.

Los resultados serán presentados mediante mapas temáticos, por ser muy graficas y de fácil comprensión. Los mapas temáticos han sido elaborados con el

uso del software ArcGIS, dichos mapas nos permitirán hallar la influencia del medio socioeconómico en la evaluación de la rentabilidad social de la carretera de penetración.

Cuadro N° 16. Valoración cualitativa

Influencia	Valoración	Color
Baja	1	
Media	2	
Alta	3	

Fuente: Elaboración propia

Área de influencia

Para delimitar el área de influencia de la carretera Paita - Piura - Sullana - Puente Macará, se han identificado los distritos por la cual atraviesa la carretera. En la figura N° 11 se muestra el área de influencia delimitada.

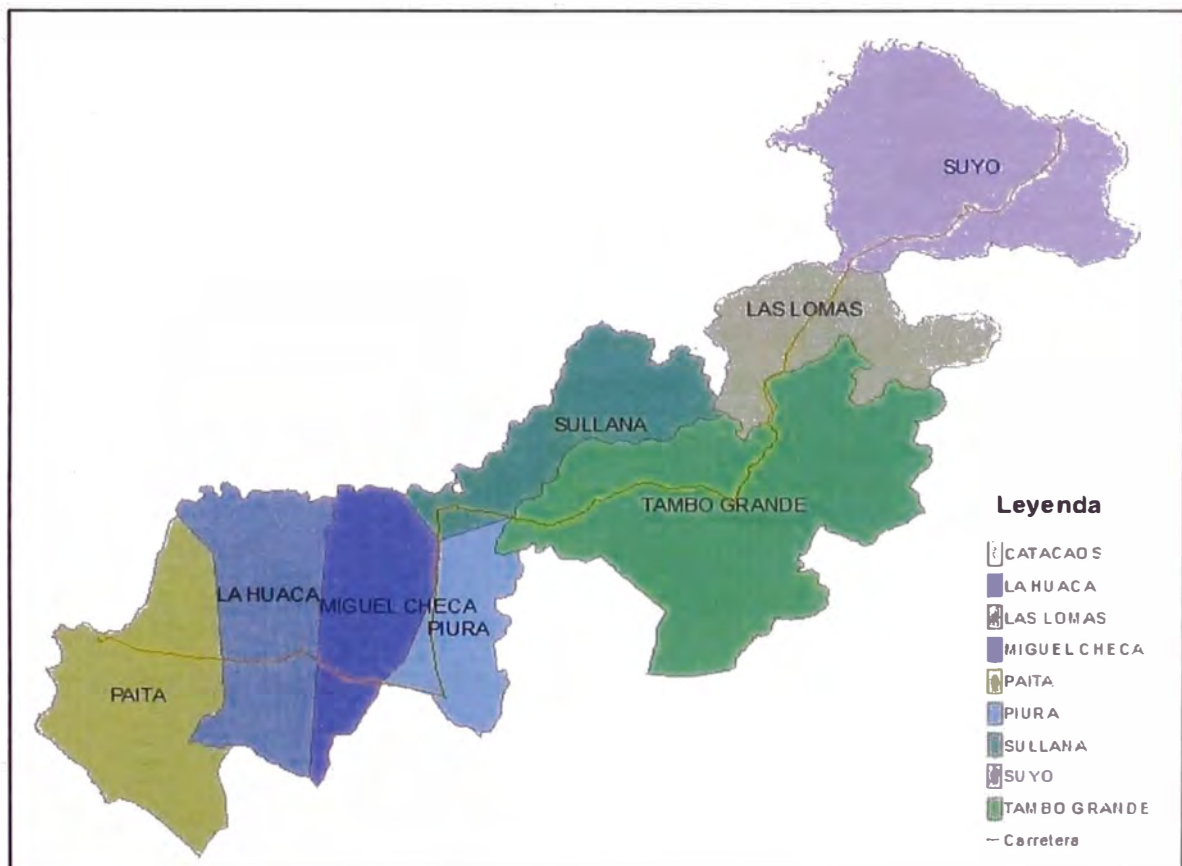


Figura N° 11. Área de Influencia

Fuente: Elaboración propia

Densidad de Población

La figura N° 12, de acuerdo a la escala de valoración cualitativa, nos muestra que los distritos de Piura y Sullana tienen un alta y media densidad de población, respectivamente.

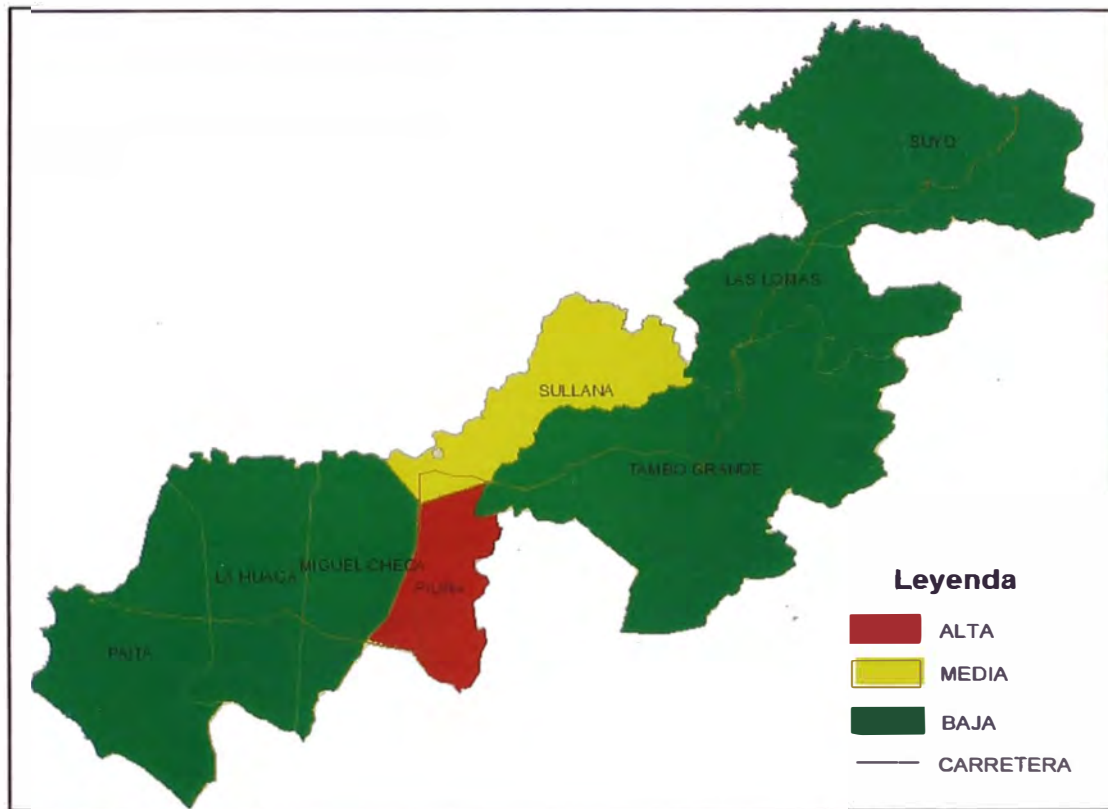


Figura N° 12 Densidad de Población

Fuente: Elaboración propia

Tasa de Natalidad

La figura N° 13 muestra que las tasas más altas de natalidad están en los distritos de Piura, Sullana y La Huaca

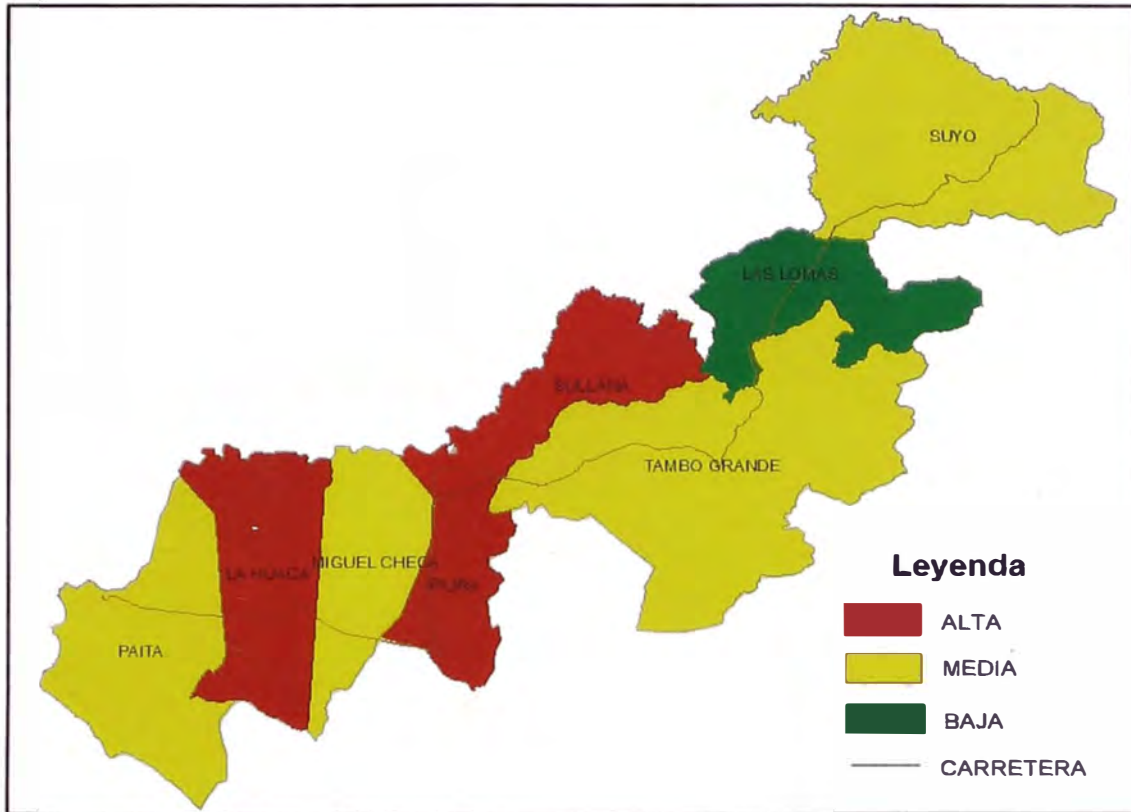


Figura N° 13 Tasa de Natalidad.

Fuente: Elaboración propia

Tasa de Mortalidad

En la figura N° 14 se observa que los distritos de La Huaca y Piura tienen una valoración cualitativa baja.

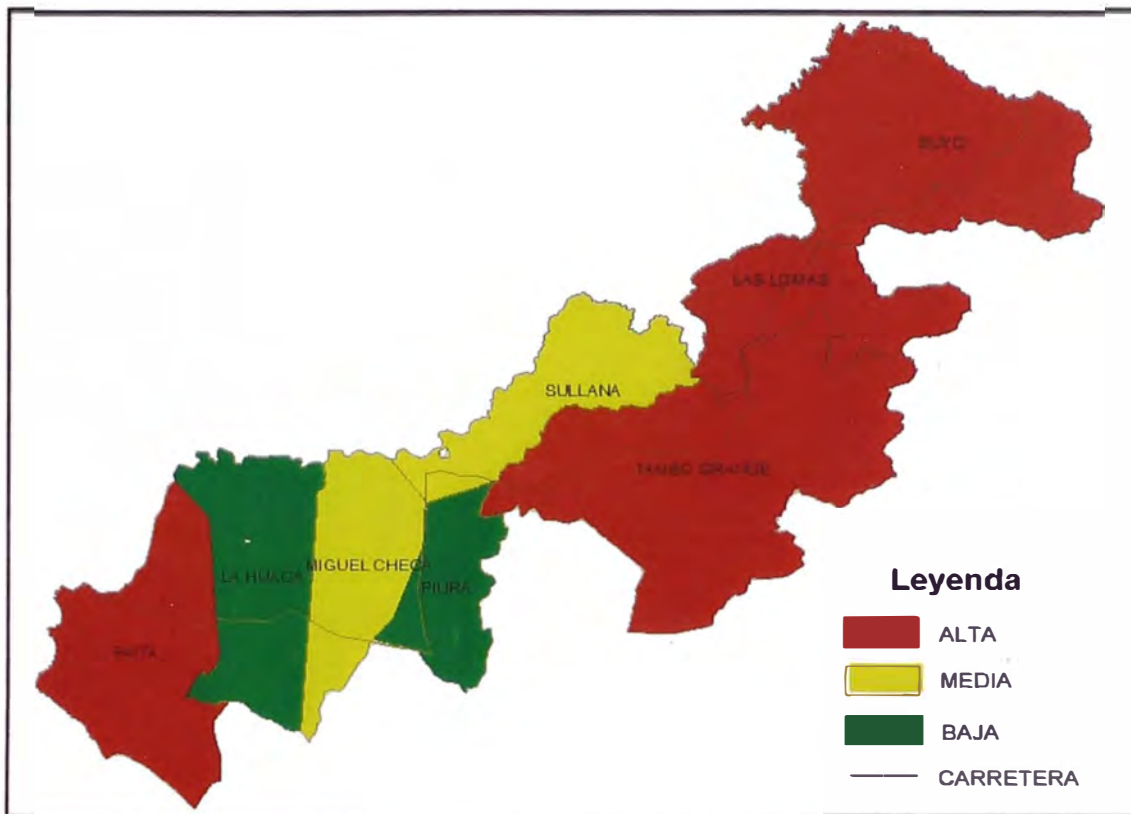


Figura N° 14. Tasa de Mortalidad

Fuente: Elaboración propia

Cobertura de servicios de Educación

El siguiente mapa temático (Figura N° 15) nos muestra a la población de 5 y más años que actualmente asiste a algún colegio, instituto o universidad. Según la escala de valoración, el distrito de Piura tiene una valoración alta y Sullana una valoración baja.

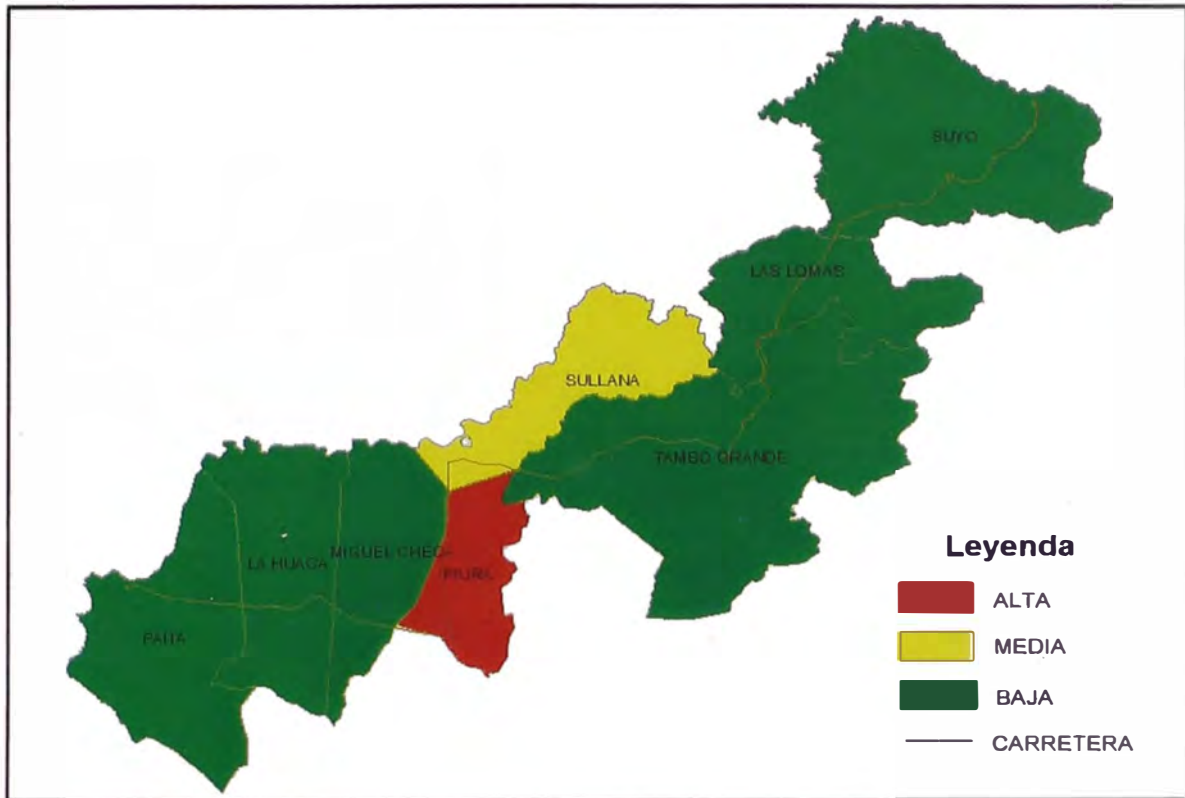


Figura N° 15. Población que asiste a algún colegio, instituto o universidad.

Fuente: Elaboración propia

Cobertura de servicios Públicos

El mapa temático de Población en hogares con dos más necesidades básicas insatisfechas (Figura N° 16), nos muestra que los distritos de Piura y Sullana tienen una valoración alta.

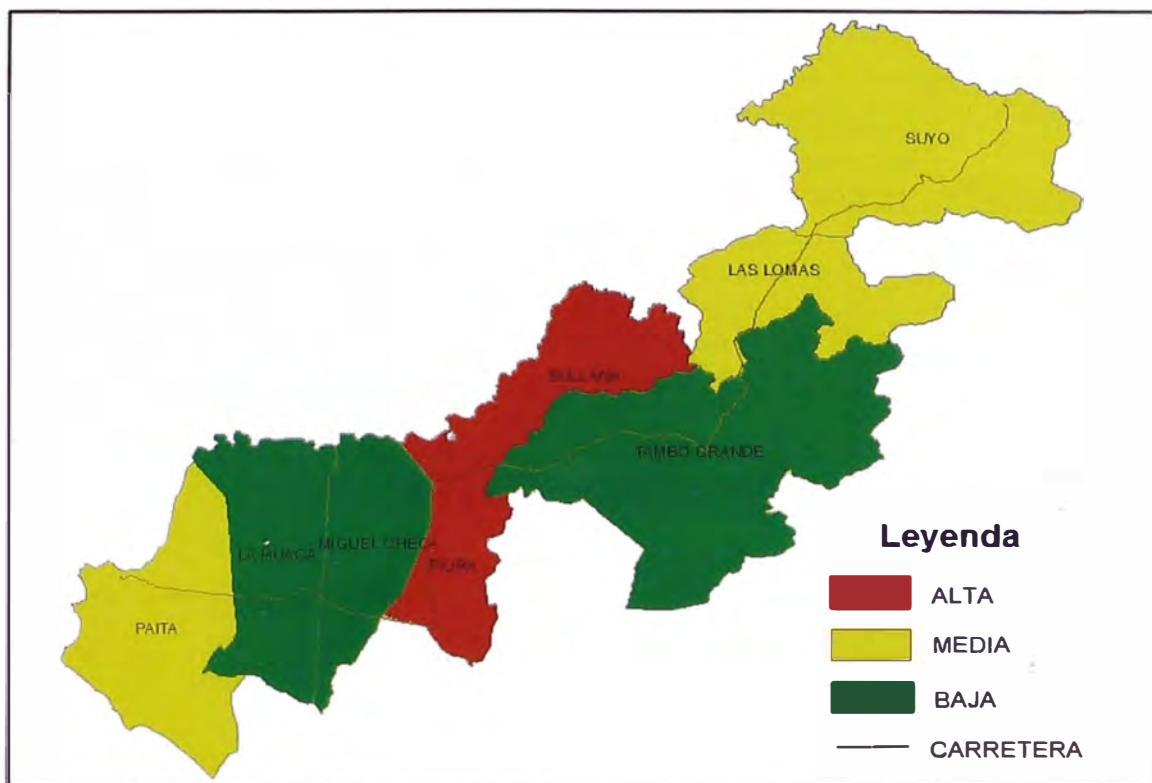


Figura N° 16. Población en hogares con necesidades básicas insatisfechas

Fuente: Elaboración propia

5.3 INFLUENCIA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO EN LA CARRETERA

Luego de hacer una valoración cualitativa de los indicadores, el cuadro N° 17 muestra la influencia del medio socioeconómico en la evaluación de la rentabilidad social de la carretera.

En el mapa temático (Figura N° 17) podemos observar, que después de realizar la valoración cualitativa, se observa que el distrito de Piura posee la valoración más alta; y por lo tanto es el que más importante en la evaluación de la rentabilidad social de la carretera penetración Paíta – Piura – Sullana – Puente Macará.

Cuadro N° 17. Influencia del medio Socioeconómico

Distrito	Valoración de Indicadores					Influencia	Valoración
	Densidad Población	Tasa de Natalidad	Tasa de Mortalidad	Cobertura Servicios Educación	Cobertura Servicios Públicos		
Piura	3	3	1	3	3	3	ALTA
Las Lomas	1	1	3	1	2	1	BAJA
Tambogrande	1	2	3	1	1	1	BAJA
Suyo	1	2	3	1	2	2	MEDIA
Paita	1	2	3	1	2	2	MEDIA
La Huaca	1	3	1	1	1	1	BAJA
Sullana	2	3	2	2	3	2	MEDIA
Miguel Checa	1	2	2	1	1	1	BAJA

Fuente: Elaboración propia

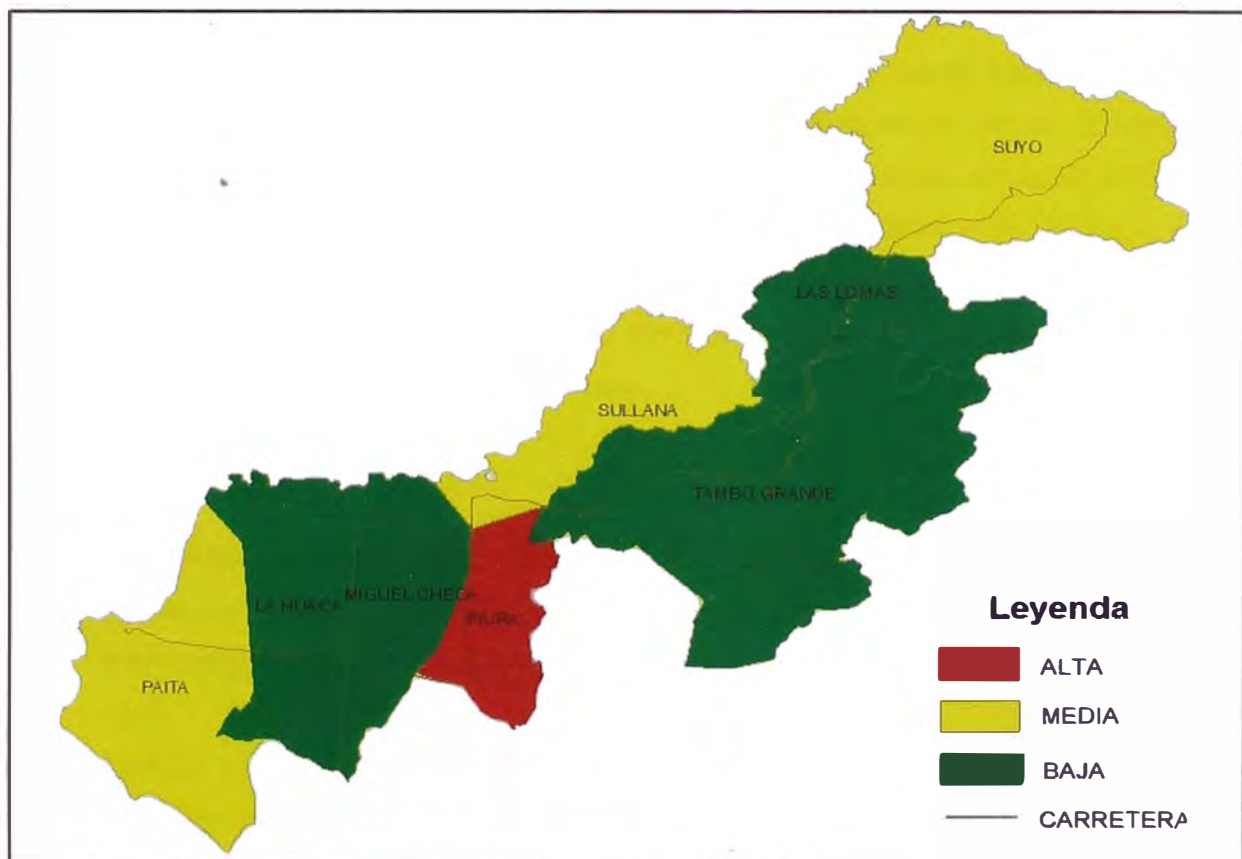


Figura N° 17. Influencia del medio Socioeconómico

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- La carretera de penetración Paita – Piura – Sullana – Puente Macará influye positivamente en el medio socioeconómico.
- La inversión en infraestructura vial genera un impacto positivo en el crecimiento económico y en la reducción de la pobreza.
- La infraestructura de carreteras propician mercados para el desarrollo de la agricultura, creando oportunidades de obtener bienes, trabajo, capital entre otros.
- La influencia del medio socioeconómico en la rentabilidad social de carretera de penetración Paita – Piura – Sullana – Puente Macará, según una valoración cualitativa y considerando la influencia de la densidad poblacional, tasa de natalidad, cobertura de servicios de educación y cobertura de servicios públicos; es alta en el distrito de Piura. La valoración cualitativa es media en los distritos de Paita, Sullana y Suyo. La valoración cualitativa es baja en los distritos de La Huaca, Miguel Checa, Tambogrande y Las Lomas.

6.2 RECOMENDACIONES

- Fomentar la integración y articulación de las comunidades y de la población rural a la dinámica del desarrollo regional y nacional, con la participación activa del Estado, sector privado, trabajadores y sociedad civil.
- Utilizar esta metodología de valoración cualitativa en la etapa de toma de decisión de la construcción de una carretera de penetración.

BIBLIOGRAFIA

- GRANERO CASTRO, J.; FERRANDO SÁNCHEZ, M.; SÁNCHEZ ARANGO, M. y PÉREZ BURGOS, C.: *Evaluación de Impacto Ambiental*. Fundación Confemetal. Madrid.2010.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. SNIP Normas Del Sistema Nacional de Inversión Pública ICG. Lima, Perú.2005.
- <http://proyectos.inei.gob.pe/Censos2007/IndDem/>
- <http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0341/ca2.htm>
- <http://www.pnud.org.pe/data/publicacion/idh2009vol2-09anexos.pdf>