

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**PROPUESTA METODOLOGICA PARA DEFINICION DE  
TRAZO CARRETERO DE MAXIMA EFICIENCIA**

**TESIS**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**DANIEL AUGUSTO ROMERO DELGADO**

**Lima- Perú**

**2014**

**Digitalizado por:**

**Consortio Digital del  
Conocimiento MebLatam,  
Hemisferio y Dalse**

## DEDICATORIA

A Dios, por su maravillosa planificación que hace posible este momento.

A mis padres, por su infinita paciencia y apoyo en esta vida.

A mis hijos, que son parte mía y regalo de Dios

Finalmente a la honra de los sueños de un par de jóvenes adolescentes quienes entre números y ecuaciones imaginaron un futuro común en la vida.

## INDICE

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	8
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	19
<b>LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS</b> .....	110
<b>INTRODUCCION</b> .....	11
<b>CAPÍTULO I GENERALIDADES</b> .....	13
1.1. ANTECEDENTES.....	13
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	17
1.3. OBJETIVO GENERAL .....	18
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
1.5. HIPÓTESIS.....	18
1.5.1 Variables.....	19
1.5.1.1 <i>Dependiente</i> :.....	19
1.5.1.2 <i>Independientes</i> :.....	19
1.6. JUSTIFICACIÓN.....	19
1.6. MARCO INSTITUCIONAL.....	21
1.7. MARCO LEGAL.....	22
<b>CAPÍTULO II MARCO TEORICO</b> .....	23
2.1 ANTECEDENTES.....	23
2.1.1 Estado del arte.....	23
2.1.2 Estado del Arte relacionado al enfoque metodológico propuesto .....	26
2.2 METODOLOGÍA DE JERARQUIZACIÓN ANALÍTICA.....	28
2.3 CLASIFICACIÓN DE POTENCIAL DE SUELOS .....	29
2.3.1. Unidad Cartográfica .....	29
2.3.2. Asociación.....	29
2.3.3. Clases Agrícolas .....	29
2.4 CAPACIDAD DE USO MAYOR.....	30
2.4.1. Grupos de Capacidad de Uso Mayor .....	30
2.4.2. Clases de Capacidad de Uso Mayor .....	32
2.4.3. Clases de Tierras Aptas para Cultivos en Limpio (Símbolo A).....	33
2.4.4. Clases de Tierras Aptas para Cultivos Permanentes (Símbolo C).....	33
2.4.5. Clases de Tierras Aptas para Pastos (Símbolo P).....	34
2.4.6. Clases de Tierras Aptas para Producción Forestal (Símbolo F) .....	35

2.4.7.	Clases de Tierras de Protección (Símbolo X).....	35
2.4.8.	Subclases de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras .....	35
2.5	PELIGRO SÍSMICO .....	36
2.6	ECONOMÍA .....	37
2.6.1.	Indicadores Socioeconómicos.....	37
2.6.2.	La Pobreza Monetaria.....	37
2.7	PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA EN EL PERÚ .....	41
2.7.1.	Proyectos de Inversión Pública (PIP).....	41
2.7.2.	Pre inversión .....	41
2.7.3.	Inversión .....	42
2.8	SISTEMA NACIONAL DE CARRETERAS.....	42
2.8.1.	Red Vial Nacional (RVN).....	42
2.8.2.	Red Vial Departamental o Regional .....	43
2.8.3.	Red Vial Vecinal o Rural .....	44
2.9	MODELOS ESPACIALES EN LA INGENIERÍA DEL TERRITORIO .....	44
2.9.1.	Análisis Geoespacial.....	44
2.9.2.	Definición de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) .....	44
2.9.3.	El Análisis Espacial como un Proceso.....	45
2.10	ANÁLISIS DE CLÚSTER.....	46
2.10.1.	Análisis de clúster según Índice Moran I .....	47
2.10.2.	Interpretación .....	48
	<b>CAPÍTULO III DISEÑO METODOLOGÍA .....</b>	<b>53</b>
3.1.	DISEÑO GENERAL .....	53
3.2.	ZONAS DE ANÁLISIS Y EXPERIMENTACIÓN .....	55
3.2.1.	Olmos-Corral Quemado-Rio Nieva.....	55
3.2.2.	Paita-Piura-Sullana-Pte. Macara.....	55
3.2.3.	Pisco-Ayacucho-San Francisco.....	56
3.2.4.	Tarma-La Merced - Satipo .....	57
3.2.5.	Ilo-Desaguadero.....	58
3.2.6.	Yura-Patahuasi-Santa Lucia.....	59
3.2.7.	Cañete-Lunahuana-Chupaca .....	60
3.3	ORGANIZACIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO .....	63
3.4	PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO GENERAL .....	65
3.4.1.	Recolección de información primaria y secundaria.....	66
3.4.2.	Procesamiento de información vectorial y raster .....	66

3.4.3.	Diseño de procesos de Análisis .....	67
3.4.4.	Análisis clúster Índice de Desarrollo Humano .....	67
3.4.5.	Análisis clúster 7 carreteras de penetración .....	67
3.4.6.	Análisis y Calculo de ruta optima Cañete - Chupaca .....	67
<b>CAPÍTULO IV APLICACIÓN A CARRETERA CAÑETE-LUNAHUANA-CHUPACA .....</b>		<b>68</b>
4.1	EXPLORACIÓN PRELIMINAR DE DATOS A ESCALA NACIONAL ..	68
4.2	DISTRIBUCIÓN DE ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO (IDH).....	72
4.3	AUTO CORRELACIÓN ESPACIAL.....	75
4.5	CASO DE CARRETERAS DE PENETRACIÓN SELECCIONADAS ....	84
4.5.1	OLMOS-CORRAL QUEMADO-RIO NIEVA .....	84
4.5.2	PAITA-PIURA-SULLANA-PTE. MACARA.....	87
4.5.3	CAÑETE-LUNAHUANA-CHUPACA .....	89
4.5.4	PISCO-AYACUCHO-SAN FRANCISCO.....	93
4.5.5	TARMA-LA MERCED – SATIPO.....	95
4.5.6	ILO-DESAGUADERO.....	98
4.5.7	YURA-PATAHUASI-SANTA LUCIA .....	100
4.6	DIAGNÓSTICO DE EXPLORACIÓN A ESCALA NACIONAL .....	103
4.7.	DIAGNÓSTICO DE CARRETERAS DE PENETRACIÓN .....	105
4.8	CONCLUSIONES PRELIMINARES .....	107
4.9	MODELO DE TRAZO CARRETERO DE MAXIMA EFICIENCIA .....	110
4.9.1.	Modelo conceptual del metodo propuesto .....	110
4.9.2.	Componentes tematicos del modelo .....	111
4.9.3.	Desarrollo de componentes detallados del modelo .....	111
4.9.4.	Especificaciones del modelo propuesto .....	113
4.9.5.	Selección de factores pertinentes al modelo .....	115
4.9.6.	Escenarios prospectivos de trazo carretero.....	120
4.9.7.	Proceso de diseño de trazos por escenarios.....	122
4.9.8.	Modelado de variables dependientes .....	123
4.9.9.	Modelos creados.....	135
<b>CAPÍTULO V ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>		<b>146</b>
5.1.	EVALUACION EXPOST DE TRAZO CARRETERO CAÑETE-CHUPACA.....	146
5.2.	ESCENARIO I SEGÚN PENDIENTES MÍNIMAS.....	147
5.3.	ESCENARIO II SEGÚN VOLUMEN DE LA POBLACIÓN .....	149

5.4.	ESCENARIO III SEGÚN POTENCIAL URBANÍSTICO .....	151
5.5.	ESCENARIO IV SEGÚN ACCESO A INFRAESTRUCTURA URBANA .....	152
5.6.	ESCENARIO V SEGÚN POTENCIAL AGRÍCOLA.....	154
5.7.	ESCENARIO VI SERVICIO INTEGRAL.....	156
	<b>CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>157</b>
6.1.	CONCLUSIONES .....	157
6.2.	RECOMENDACIONES .....	160
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>164</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>168</b>

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo proponer una metodología de trazado carretero que permita una maximización de beneficios indirectos de la intervención mediante infraestructuras viales en el territorio y esta manera incrementar la eficiencia y eficacia con la cual el estado contribuye al desarrollo de los mismos. Para ello se demuestra la estrecha relación entre los actuales territorios ya desarrollados en el país y los trazos carreteros que las alimentan. La muestra utilizada está representada en una parte de la investigación por el total de distritos del país y en una segunda, por siete carreteras transversales del país. El método de investigación a utilizarse es el de inducción-deducción. La principal herramienta de investigación utilizada fue el "Análisis Espacial" aplicado a través de los Sistemas de Información Geográfica. Los resultados fueron exitosos en el desarrollo de una metodología de trazo carretero basado no solo en pendientes de máxima eficiencia sino en maximizar la inversión carretera por kilómetro lineal mediante el uso de criterios de paso por suelos de máximo potencial de desarrollo, así como también criterios económicos y sociales. Con lo cual es posible poner a disposición de estado de una herramienta inclusiva, eficaz y eficiente al servicio de una tarea en la cual se invierte un gran porcentaje del presupuesto nacional.

## ABSTRACT

The main target of this investigation is to propose a Road Track Design Methodology which can generate maximum development of non-direct benefits due to territory interventions through road utilities, and also enhance the efficiency and efficacy with which the government contributes to their development. That is why it is demonstrated the tight relationship between Road Tracks and the already developed territory related to them. In relation to the investigation sample it is composed by all the districts in the country for one part of the investigation and for a second part by seven cross-wise country roads. The investigation methodology to be used is deduction-abduction. The main tool is "Spatial Analysis" through Geographic Information Systems. Successful results were obtained in developing a *Maximum efficiency Road Track Methodology* based not only in maximum efficiency slopes but in the fact of enhancing road investment per Linear Kilometer. Maximum development potential Soils criteria was used and also socio economic one. With these findings it is possible to offer an inclusive and efficient tool to the government in a duty in which a great percentage of the National Budget is always used.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº 1	: PROYECTO DE USO DE ENFOQUE ESPACIAL EN SNIP....	16
FIGURA Nº 2	: EJEMPLOS DE PIP GEORREFERENCIADOS .....	17
FIGURA Nº 3	: MODELO DE AGRUPACIÓN Y DISPERSIÓN.....	48
FIGURA Nº 4	: RUTA DE MENOR COSTE .....	50
FIGURA Nº 5	: TRAZO DE MENOR COSTO .....	51
FIGURA Nº 6	: RUTAS DE MENOR COSTE POR ZONA.....	51
FIGURA Nº 7	: RUTA DE MENOR COSTE .....	52
FIGURA Nº 8	: RUTA DE MÍNIMO COSTE (ESQUEMA).....	52
FIGURA Nº 9	: OLMOS CORRAL QUEMADO- PTE.NIEVA.....	55
FIGURA Nº 10	: PAITA-PIURA-SULLANA-PTE. MACARA.....	56
FIGURA Nº 11	: PISCO–AYACUCHO–SAN FRANCISCO.....	57
FIGURA Nº 12	: TARMA – LA MERCED - SATIPO.....	58
FIGURA Nº 13	: ILO - DESAGUADERO .....	59
FIGURA Nº 14	: PANORÁMICA YURA – PATAHUASI – SANTA LUCIA.....	59
FIGURA Nº 15	: PANORAMICA CAÑETE – LUNAHUANA - CHUPACA.....	61
FIGURA Nº 16	: DIAGRAMA DE PROCESOS .....	65
FIGURA Nº 17	: CURTOSIS DE IDH A NIVEL NACIONAL.....	70
FIGURA Nº 18	: CURTOSIS DE IDH MUESTRA MODIFICADA.....	71
FIGURA Nº 19	: DISTRIBUCIÓN DE VALORES DE IDH POR DISTRITOS .....	73
FIGURA Nº 20	: RESULTADOS DE IDH.....	74
FIGURA Nº 21	: TABLA DE ATRIBUTOS .....	75
FIGURA Nº 22	: CAMPANA GAUSSIANA DISPERSIÓN MORAN I.....	76
FIGURA Nº 23	: ZONAS DE INTERÉS GENERADAS .....	79
FIGURA Nº 24	: TABLA DE FRECUENCIAS POR CLASE IDH .....	80
FIGURA Nº 25	: DISTRIBUCIÓN DE DENSIDAD POBLACIONAL .....	80
FIGURA Nº 26	: ZONIFICACIÓN DE CLÚSTER IDH NACIONAL.....	83
FIGURA Nº 27	: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE IDH.....	84
FIGURA Nº 28	: FORTALEZA DE CLÚSTER EN ZONA DE INFLUENCIA.....	85
FIGURA Nº 29	: DENSIDAD POBLACIONAL EN DISTRITOS.....	86
FIGURA Nº 30	: DISTRIBUCIÓN DE IDH .....	87
FIGURA Nº 31	: FORTALEZA DE CLUSTERIZACION .....	88
FIGURA Nº 32	: DENSIDAD POBLACIONAL EN DISTRITOS.....	89
FIGURA Nº 33	: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE IDH.....	90



FIGURA Nº 34 : FORTALEZA DE CLÚSTER .....	91
FIGURA Nº 35 : DENSIDAD POBLACIONAL EN DISTRITOS.....	92
FIGURA Nº 36 : IDH EN ZONA DE INFLUENCIA.....	93
FIGURA Nº 37 : FORTALEZA DE CLÚSTER .....	94
FIGURA Nº 38 : DENSIDAD POBLACIONAL EN DISTRITOS.....	95
FIGURA Nº 39 : DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE IDH .....	96
FIGURA Nº 40 : FORTALEZA DE CLÚSTER EN ZONA DE INFLUENCIA.....	97
FIGURA Nº 41 : DENSIDAD POBLACIONAL EN DISTRITOS.....	97
FIGURA Nº 42 : DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE IDH.....	98
FIGURA Nº 43 : FORTALEZA DE CLÚSTER EN ZONA DE INFLUENCIA.....	99
FIGURA Nº 44 : DENSIDAD POBLACIONAL .....	100
FIGURA Nº 45 : IDH EN ZONA DE INFLUENCIA.....	101
FIGURA Nº 46 : FORTALEZA DE CLÚSTER .....	102
FIGURA Nº 47 : DENSIDAD POBLACIONAL .....	103
FIGURA Nº 48 : EJECUCIÓN DEL MODELO DE DIJSKTRA.....	114
FIGURA Nº 49 : LÍNEA DE COSTO MÍNIMO .....	115
FIGURA Nº 50 : MODELO RASTER DE PENDIENTES .....	124
FIGURA Nº 51 : MAPA DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DEL SUELO.....	125
FIGURA Nº 52 : LEYENDA AMPLIADA FIGURA Nº 50.....	126
FIGURA Nº 53 : MODELO RASTER DEL POTENCIAL DEL SUELO .....	127
FIGURA Nº 54 : MODELO DE RIESGOS EN ACTIVIDADES ECONÓMICAS	131
FIGURA Nº 55 : ACTIVIDADES ECONÓMICAS.....	132
FIGURA Nº 56 : MODELO DÉFICIT DE INFRAESTRUCTURA BÁSICA .....	134
FIGURA Nº 57 : MODELO RASTER DE INFRAESTRUCTURA BÁSICA .....	135
FIGURA Nº 58 : MODELO DE GEO PROCESOS PARA ESCENARIO I .....	136
FIGURA Nº 59 : MODELO DE GEO PROCESOS PARA ESCENARIO II .....	137
FIGURA Nº 60 : MODELO DE GEO PROCESOS PARA ESCENARIO III .....	139
FIGURA Nº 61 : MODELO DE GEO PROCESOS PARA ESCENARIO IV.....	140
FIGURA Nº 62 : MODELO DE GEO PROCESOS PARA ESCENARIO V.....	142
FIGURA Nº 63 : MODELO DE GEO PROCESOS PARA ESCENARIO VI.....	144
FIGURA Nº 64 : MODELOS DE ANÁLISIS CREADOS.....	146
FIGURA Nº 65 : TME DISEÑO GEOMÉTRICO .....	148
FIGURA Nº 66 : TME EN ATENCIÓN A DEMANDA POBLACIONAL .....	149
FIGURA Nº 67 : TME EXPANSIÓN URBANA.....	151
FIGURA Nº 68 : TME SERVICIOS URBANOS.....	153

FIGURA Nº 69 : EXPANSION URBANA Y DEMANDA POBLACIONAL .....	154
FIGURA Nº 70 : TME A ACTIVIDADES RURALES.....	155
FIGURA Nº 71 : TME DESARROLLO INTEGRAL.....	156
FIGURA Nº 72 : INVASIONES CARRETERA AREQUIPA-LA JOYA .....	169
FIGURA Nº 73 : ÁREAS DE POTENCIAL URBANO (CELESTE) .....	170
FIGURA Nº 74 : EVALUACION DE EFICIENCIA DE TRAZO .....	177
FIGURA Nº 75 : COMPARACION ENTRE TRAZO IDEAL Y TRAZO REAL ..	178

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1 CLASIFICACIÓN DE GRUPOS DE SUELOS.....	31
TABLA 2 CLASES DE GRUPOS DE SUELOS.....	33
TABLA 3 SUBCLASES – LIMITACIONES ESPECÍFICAS.....	36
TABLA 4 INDICADORES SELECCIONADOS PARA EL CÁLCULO DEL IDH... 39	
TABLA 5 MATRIZ DE INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	49
TABLA 6 DISTRITOS UBICADOS EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO.....	61
TABLA 7 TABLA DE CONFORMACIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO.....	64
TABLA 8 DATA ESPACIAL Y FUENTE.....	66
TABLA 9 ESTADÍSTICAS IDH .....	69
TABLA 10 RESUMEN DE ESTADÍSTICAS PARA IDH SIN LIMA-CALLAO .....	70
TABLA 11 RESUMEN CON MORAN I.....	76
TABLA 12 INDICADORES ESTADÍSTICOS RESUMEN .....	77
TABLA 13 RESUMEN DE FUNCIONES DEL TRAZO.....	111
TABLA 14 GENERACIÓN DE MATRIZ EQUIVALENTE.....	123
TABLA 15 PRIORIZACIÓN DE PASO SEGÚN USOS .....	126
TABLA 16 ESCALA ACTIVIDAD PRIMARIA .....	128
TABLA 17 ESCALA DE ACTIVIDAD SECUNDARIA .....	128
TABLA 18 ESCALA DE VALORACIÓN ACTIVIDAD TERCIARIA.....	129
TABLA 19 ESCALA DE VALORACIÓN ALTITUD .....	129

## LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS

Siglas	Descripción	Siglas	Descripción
ACB	Análisis de Costo Beneficio	Ia	Índice de aridez
AHP	Proceso Analítico Jerárquico	Ih	Índice de humedad
AID	Área de influencia directa	Im	Índice hídrico
AII	Área de influencia indirecta	INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil
ANP	Análisis de redes neuronales	MCE	Técnicas de evaluación multicriterio
AsCB	Análisis Social de Costo Beneficio	MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
BID	Banco Interamericano de Desarrollo	MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
CAF	Corporación Andina de Fomento	NGCIA	National Center for Geographic Information and Analysis
Cet	Concentración de la Eficiencia Térmica	GdR	Gestión de Riesgo
CGIS	Sistema de información geográfica de Canadá	GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
CMRRD	Comisión Multisectorial de Reducción de Riesgos en el Desarrollo	OEA	Organización de Estados Americanos
DGPM	Dirección General de Programación Multianual del Sector Público	OPI	Oficina de Programación e Inversión
EASE-IIRSA	Evaluación Ambiental y Social con Enfoque Estratégico	PIP	Proyecto de Inversión Pública
EMC	Evaluación Multicriterio	RVN	Red Vial Nacional
ETP	Evapotranspiración potencial	SIG	Sistema de Información Geográfica
FEN	Fenómeno El Niño	SINAC	Sistema Nacional de Carreteras
GdR	Gestión de Riesgo	SINAGERD	Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	SNIP	Sistema Nacional de Inversión Pública
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit	UE	Unidad Ejecutora
IIRSA	Integración de la Infraestructura Regional Sudamericana	VEH	Variación estacional de la humedad

## INTRODUCCION

Los presupuestos nacionales destinados a proyectos carreteros de inversión pública se han incrementado significativamente en los últimos años. Ante esta situación, han surgido megaproyectos que si bien es cierto generan infraestructura carretera eficiente en su estructura, no necesariamente esta eficiencia se traslada en la generación de beneficios de forma homogénea a los territorios que estas vías atraviesan.

Las inversiones por kilómetro lineal, tienen un monto casi ya estandarizado a nivel del presupuesto nacional, más los beneficios peyorativamente según mi punto de vista llamados "indirectos"

La investigación que a continuación se presenta contiene:

El **CAPITULO I Generalidades**, pasa por el desarrollo de una detallada secuencia lógica deductiva de la problemática identificada, así como la hipótesis inicial planteada. Asimismo enumera los argumentos de justificación para el desarrollo de este trabajo, por la relevancia social del tema, así como su importancia teórica, ya que plantea nuevos enfoques y herramientas de análisis de aplicación a la ingeniería civil.

El **CAPITULO II Marco Teórico**, cobra un escenario privilegiado en esta investigación, ya que se pasa de la topografía tradicional (enfoque de análisis monovariable), originalmente ligada al diseño carretero, al análisis geoespacial del territorio (análisis multivariable), basado en herramientas de última generación, como son los Sistemas de Información Geográfica, pasando por conceptos de modelamiento raster y análisis de clúster (patrones). Temas de no menor importancia son aquellos relacionados a definir los potenciales de un espacio, tema ligado a la Planificación del Territorio

El **CAPITULO III Diseño Metodología**, presenta las reglas bajo las cuales se desarrollara la investigación, así como los actores que la protagonizaran. Tamaño de muestra, metodología de investigación, herramientas utilizadas, así como los espacios territoriales que serán parte de los análisis.

El **CAPITULO IV Aplicación a Carretera Cañete-Lunahuana-Chupaca**, muestra una secuencia de análisis muy elaborada, la cual se pasa de un análisis a escala

nacional, en la cual se demuestra la estrecha relación entre los trazos que definen las carreteras y los espacios que tienen un alto desarrollo social y económico, a un análisis más focalizado en las áreas de influencia de siete carreteras de penetración, hallando patrones de desarrollo heterogéneos, no necesariamente análogos a las carreteras longitudinales inicialmente estudiadas a escala nacional. Finalmente se propone el **Método de Trazo carretero de Máxima Eficiencia**.

El **CAPITULO V Análisis de Resultados**, muestra el análisis de los distintos trazos de máxima eficiencia, hallados como resultado de los Escenarios de diseño de Trazo planteados en el capítulo anterior (Escenario Urbano, Rural, Mixto, etc), es una integración de conocimientos multidisciplinarios provenientes tanto de la ingeniería formal a través de la topografía, así como también del Planeamiento Regional que incluye variables tanto topográficas como propias del territorio como los son "La Capacidad Uso Mayor" del Suelo (relacionada al uso de tierras con mayor potencial de desarrollo). El estudio de caso Cañete – Chupaca es analizado al detalle bajo el enfoque de la metodología propuesta.

En el **CAPITULO VI Conclusiones y Recomendaciones**, se presentan conclusiones y propuestas basadas en la metodología diseñada, que pasan por proponer la inclusión del TRAZO CARRETERO, como variable de cálculo y validación obligatoria en todo proceso de diseño carretero, con el fin de maximizar los beneficios ligados a los altos costos por kilómetro lineal relacionados a la construcción y mantenimiento de vías terrestres, así como también aprovechar el enfoque de Análisis Geoespacial en el fortalecimiento y actualización de metodologías ligadas a la Ingeniería Civil.

Finalmente, los anexos II al IV contienen mapas relacionados a la investigación y el I y V contienen conceptos complementarios desarrollados de forma paralela a la misma. El primero relacionado al concepto de capacidad de acogida urbana, basado en las pendientes óptimas que propician un crecimiento urbano masivo, pero también las áreas máximas que permiten este crecimiento. Todo este concepto en contraposición a los crecimientos urbanísticos atomizados que se desarrollan en la sierra peruana que en muchos casos están ligados a la ocupación de las áreas de servidumbre relacionadas a las carreteras. El segundo tema (Anexo V), relacionado a la operativización de la aplicación del método planteado en esta investigación con el fin de evaluaciones ex - post de carreteras actuales, con el fin de permitir una optimización futura de su trazo.

## CAPÍTULO I GENERALIDADES

### 1.1. ANTECEDENTES

El estado peruano, desde el año 2000, emplea un procedimiento único para la evaluación de Proyectos de Inversión Pública (PIP), reglamentado por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).

*“El SNIP es un sistema administrativo del Estado peruano que promueve un uso eficiente de los recursos de inversión, buscando garantizar la sostenibilidad de los proyectos y los servicios públicos de calidad para el bienestar de la población.”*<sup>1</sup>

El mismo ha creado procedimientos que son reflejados en múltiples Manuales, los cuales son de uso generalizado por las Unidades Formuladoras de Proyectos en cientos de instituciones del estado, con el fin de justificar los Proyectos de Inversión Pública (PIP).

En el caso particular de carreteras, existen los Manuales de “Contenidos Mínimos Específicos para los proyectos relacionados a Carreteras”. Los cuales desarrollan los procedimientos relacionados a la estructuración de los contenidos de los PIP. Son dos los aspectos que abordan los manuales, el primero, los beneficios directos relacionados a los impactos de la carretera sobre el mercado automotor y el segundo los beneficios indirectos, relacionados a los impactos sobre el territorio adyacente a la carretera. Se define como territorio, al espacio físico que contiene tanto al medio físico y biótico, al medio social y económico (pudiendo aislarse también en otros contextos como los medios culturales y políticos, que de una u otra forma tienen relación directa en los impactos de una infraestructura vial.

Por otro lado, existen métodos de evaluación de impactos en el medio ambiente (naturales o antrópicos), promovidos tanto por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, como aquellos propuestos por el Ministerio del Ambiente. Los segundos están enfocados al análisis de la contaminación en el medio biótico (flora y fauna), mas no en aquellas actividades que dependan directamente de la antropización del mismo (medios sociales y económicos). Por tanto, surge la necesidad de contar con carreteras que no solo generen eficiencia

---

<sup>1</sup> Sistema Nacional de Inversión Pública, Portal Web, Actualizada a Julio 2014, [Fecha de consulta: 02 Julio 2014], Disponible en [www.snip.gob.pe](http://www.snip.gob.pe)

en la obtención de beneficios directos, sino también de beneficios indirectos a lo largo de su trazo.

**En cuanto a los antecedentes relacionados al Proyecto Perú y la Facultad de Ingeniería Civil**, mediante Resolución Ministerial N°223-2007-MTC-02, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), se crea el Programa "Proyecto Perú"; bajo responsabilidad de la oficina PROVÍAS NACIONAL. En el marco del programa "Proyecto Perú", el 27 de diciembre del 2007 se firmó el Contrato N°288-2007-MTC/20, para la Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Zúñiga, desvío Yauyos – Roncha – Chupaca, adjudicada al Consorcio Gestión de Carreteras, por un monto total de S/.131'589139,31 y con un plazo de contrato de 5 años para un total de 271,726 km que inicia los trabajos el 01 de Febrero de 2008. El Consorcio Gestión de Carreteras, estuvo formado por las empresas Ingenieros Civiles y Contratistas Generales S.A.(ICCGSA), Corporación Mayo S.A.C. y Empresa de Mantenimiento Vial La Marginal S.R.L.

**En cuanto a los antecedentes relacionados al sistema actual de evaluación de Impactos de proyectos carreteros**; el estado peruano, hace uso de un procedimiento único para la evaluación de Proyectos de Inversión Pública (PIP), reglamentado por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP). En el caso particular de carreteras, existen numerosos Manuales llamados de Contenido Específico (MCE), los cuales detallan procedimiento relacionados a la evaluación de Impactos Directos e Indirectos de la Infraestructura Carretera.

Surge la necesidad de contar con carreteras que sean eficaces y eficientes en la generación de transporte pero que estas a su vez generen tanto riqueza a la población como transitabilidad al parque automotor que soporta.

El enfoque evaluativo integral, es de alguna forma abordado por el SNIP (Sistema Nacional de Inversiones del Perú), en la Fase de Diagnostico, pero está desarrollada en base a un muestreo básico y conclusiones relacionadas a datos cualitativos, los cuales inducen un margen de error bastante significativo (Árbol de problemas, Árbol de Objetivos), adicionalmente podríamos también mencionar los Planes de Desarrollo Estratégicos, que son desarrollados en base a Talleres y Mesas de Concertación, en donde el instrumento principal de análisis es el FODA, el cual es también de naturaleza cualitativa en donde un público objetivo y un



moderador se ponen de acuerdo de forma consensuada en las sinergias y conflictos que **podrían** estar relacionadas en este caso, a los posibles impactos del desarrollo de una infraestructura vial, los cuales al final de la sesión son dados como válidos.

El MTC desarrolla un ambicioso Plan de Desarrollo Vial, sustentado en la consolidación de Ejes de Infraestructura Vial, denominado "Proyecto Perú". De esta manera se integran las poblaciones a los mercados nacionales e internacionales, fomentando el intercambio entre ellas que permita potenciar sus ventajas competitivas.

**En cuanto a los antecedentes relacionados al uso de dimensión geográfica en SNIP;** desde el año 2005, se plantea la creación del IDEP (Infraestructura de Datos Espaciales del Perú), hoy CCIDEP (Comité Coordinador de Datos Espaciales del Perú)<sup>2</sup>. Como entidad, está encargada de Coordinar la producción de datos geoespaciales en el país con el fin de evitar redundancias de producción sobre un mismo espacio territorial, así como también generar producción común para varias instituciones y así ahorrar presupuesto al estado peruano. Asimismo alimenta de información geoespacial a través del portal SAYHUIE (es el Sistema Nacional de Información Geográfica que integra los datos espaciales e información de diversas Entidades del Estado, para apoyar a la toma de Decisiones<sup>3</sup>.

Bajo la dirección del Ingeniero Geógrafo Arturo Martínez como primer Secretario General del Comité en el año 2005, se adhirieron al este todas las instituciones encargadas de la producción de datos geoespaciales. Se visionaba en ese entonces, un primer abordaje al uso de herramientas espaciales en la discriminación de "redundancias de zonas atendidas en proyectos de salud y educación". Posteriormente este enfoque se fue ampliando como lo muestra la FIGURA N°1 y FIGURA N°2, incluyendo la georreferenciación de proyectos de saneamiento, Transportes, etc.

---

<sup>2</sup> <http://www.ccidep.gob.pe/>

<sup>3</sup> [www.sayhuite.gob.pe](http://www.sayhuite.gob.pe)

A pesar de todo este esfuerzo y a pesar de poner a disposición de todos los profesionales existentes en la Administración Pública, información geográfica en abundancia. Aun no existen procedimientos concretos de uso específico de información geoespacial en el proceso de toma de decisiones, principalmente debido a la ausencia de una visión común en el tema de Análisis geoespacial y su aplicación directa a casos prácticos.

Con respecto a los temas carreteros, estos tienen la misma evaluación que cualquier otro proyecto PIP, el tema geoespacial es abordado mediante la ubicación geográfica del proyecto. No hay referencias concretas a la **idoneidad del trazo**, ni en los procedimientos SNIP, ni en el MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS. Tanto en sus volúmenes I, II y III del año 2001, como en sus versiones modificadas del año 2008, contienen referencias específicas relacionadas a evaluar la pertinencia del trazo carretero propuesto o justificarlo de acuerdo a algún tipo de parámetro que no sea la selección de tramos de menor pendiente entre dos puntos dados (origen y destino).


<b>Inculcación y Georeferenciación de PIP</b> 	
<b>OBJETIVO:</b>	Representación espacial de los proyectos de inversión pública registrados en el Banco de Proyectos.
<b>FIN:</b>	Poner a disposición de los usuarios del SNIP, información espacial que apoye la elaboración de estudios de preinversión y el Análisis de Riesgos (análisis de peligros y vulnerabilidad).
<b>METODOLOGIA:</b>	Vinculación de códigos SNIP con códigos sectoriales (Registro Administrativo) de cada sector; se registran a través de los Formatos 03 y 04 SNIP. Se consumen Webservices que contienen códigos sectoriales, coordenadas x,y de ubicación e información del Sector.
<b>METAS:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 2010: Georeferenciación de PIP de la Función Salud y Educación</li><li>2. 2011: Georeferenciación de PIP de la función Saneamiento</li><li>3. 2011: Georeferenciación de PIP de la función Transportes</li><li>4. 2011: Georeferenciación de PIP de la función Energía y Minas</li><li>5. 2011: Georeferenciación de PIP de la función Agricultura</li><li>6. 2012: Georeferenciación de PIP de otras funciones.</li></ol>

FIGURA N° 1 : Proyecto de Uso de enfoque espacial en SNIP  
Fuente : Pagina WEB, Ministerio de Economía y Finanzas

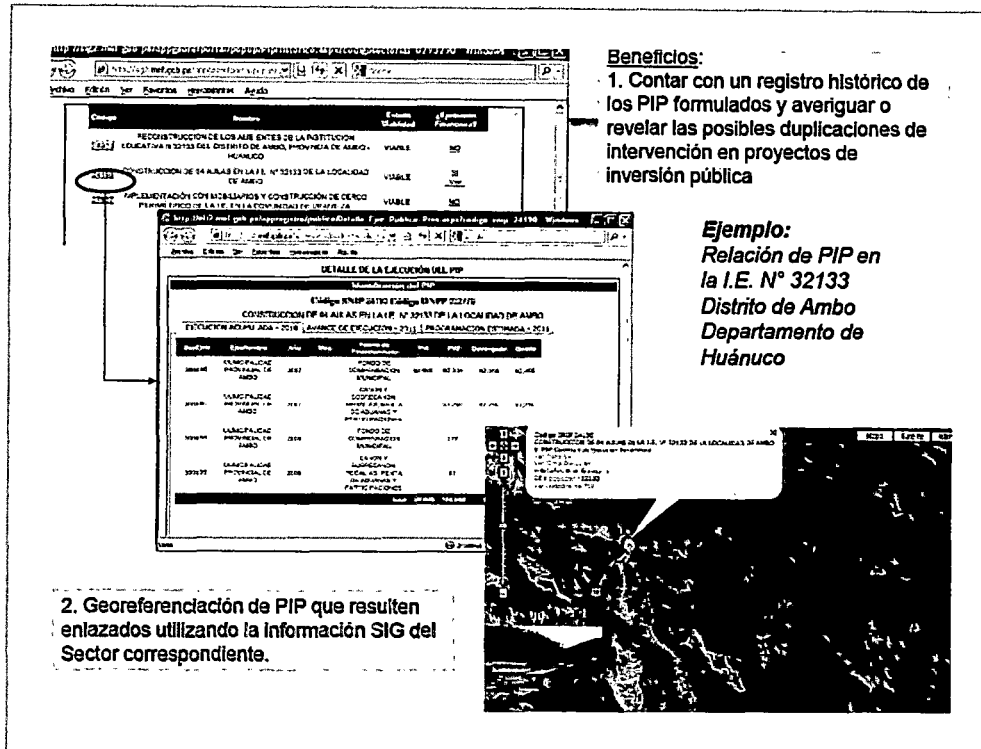


FIGURA N° 2 : Ejemplos de PIP Georeferenciados  
Fuente : Pagina WEB, Ministerio de Economía y Finanzas

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los trazos carreteros en los cuales se desarrollan todo proyecto de inversión pública orientada a su construcción o rehabilitación, se asumen que son los correctos, más existe evidencia tangible de la existencia de poblados que a lo largo de los años no han logrado un desarrollo acorde a la inversión por kilómetro lineal dentro del área de influencia de los mismos.

Se asume que existen instrumentos de obras civiles viales que son origen de los trazos planteados de forma específica, pero esto no es del todo cierto, ya que los tramos son definidos en algunos casos por las agendas políticas o sociales del momento.

Las alternativas de solución planteadas en un proyecto de inversión pública para infraestructura vial no contemplan la variación del trazo carretero ya planteado como óptimo, más bien proponen variaciones técnicas dentro de la infraestructura vial en sí misma.

Cuando, como parte de la cadena del ciclo de proyectos del estado, la elaboración de perfiles de proyectos, estudios de factibilidad y expedientes técnicos, es asumida por Ingenieros Civiles, los mismos no poseen los conocimientos necesarios para evaluar los impactos del trazo planteado sobre los actores del medio físico intervenido, adoptando más que todo metodologías para validación de la factibilidad económica del tránsito sobre la carretera, pero muy pocos o nulos instrumentos para contrastarla con la factibilidad social y aportes económicos específicos a los poblados que esta atraviesa.

No teniendo entonces instrumentos de evaluación, el Ingeniero Civil o profesional encargado de estos estudios finales no tiene en sus manos validar un posible replanteo del trazo o cualquier otro tipo de cambio significativo debido a la ausencia de una metodología en otros aspectos que no sean los económicos de forma prioritaria (véase TIR y VAN)<sup>4</sup>

### 1.3 OBJETIVO GENERAL

Proponer una metodología de trazo carretero que permita maximizar los beneficios indirectos de los servicios que esta provee al territorio.

### 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los principales factores del medio socio económico, físico y biótico afectado con la presencia de una carretera.
- Diseñar instrumentos que ponderen los potenciales del territorio y los impactos máximos que sobre ellos ejerce una carretera.
- Diseñar un procedimiento que permita el diseño del trazo carretero basado en potenciales del territorio.

### 1.5 HIPÓTESIS

“El trazo de máxima eficiencia territorial de una carretera es función directa del servicio que brinda a las actividades económicas actuales y potenciales de los territorios que esta atraviesa”

---

<sup>4</sup> TIR Tasa Interna de Retorno y Van Valor Actual Neto

## 1.5.1 Variables

### 1.5.1.1 Dependiente :

Trazo Carretero<sup>5</sup>

### 1.5.1.2 Independientes :

- Geomorfología
- Sismicidad
- Tipos de Suelos
- Clases Agrícolas
- Vegetación Natural
- Bosques
- Áreas Naturales Protegidas
- Hábitats Faunísticos
- PEA Ocupada
- Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)
- Producción
- Ingresos

## 1.6 JUSTIFICACIÓN

En este estudio de investigación, dada la importancia estratégica de la hipótesis a validar, se ha elaborado una argumentación de justificación, basada en los siguientes enfoques: la conveniencia, relevancia social, implicaciones prácticas, valor teórico, utilidad metodológica, necesidad concreta del medio y de la realidad nacional.

---

<sup>5</sup> Entendiéndose como una variable no cualitativa ni cuantitativa sino geoespacial

**En relación a la conveniencia**, es la de innovar un método de trazado carretero más allá del basado en la eficiencia geométrica, que maximice y complemente los potenciales de desarrollo de los territorios que esta atraviesa,

**En relación a la relevancia social**, es la de proveer de una herramienta de diseño carretero que permita involucrar a la población a lo largo de la carretera de beneficios planificados debido a la existencia de la misma, más allá de los que aleatoriamente se podrían dar por efectos del libre mercado de la oferta y demanda.

**En relación a las Implicaciones prácticas**, es la de proveer al Estado de una herramienta para la maximización de beneficios indirectos que generen proyectos carreteros futuros como consecuencia del uso de un trazo de eficiencia mejorada.

**En relación al valor teórico**, es el de validar herramientas de análisis espacial como el análisis de Clúster que tienen el potencial de trascender en otras áreas de la Ingeniería Civil aplicada. Adicionalmente presentar la herramienta Geo estadística como complementaria a la estadística tradicional en la búsqueda de nuevas fronteras en el conocimiento de la Ingeniería Civil.

**En relación a la utilidad metodológica**, básicamente, en esta investigación se busca desarrollar un aporte metodológico replicable que permita la maximización de impactos indirectos debidos a la existencia de la infraestructura carretera tal y como ha sido diseñada mediante un trazado de la misma de máxima eficiencia. Todos los datos geoespaciales utilizados en la generación del modelo propuesto (los insumos de información del método propuesto), son parte de los datos actualmente generados por el estado peruano y que son de acceso público. La escala de investigación es a nivel de distritos por ende No son necesario estudios complementarios a no ser que los mismos no existan o se encuentren desactualizados en el momento de su aplicación.

**En relación a la necesidad concreta de la realidad Nacional**, el país se encuentra en una posición expectante en la economía mundial, con crecimientos significativos que están permitiendo un incremento considerable de las inversiones que este realiza. De forma particular, es notoria la inversión en Infraestructura vial. Con montos de miles de millones en los últimos años (considerando solo el tiempo transcurrido desde la creación del SNIP).

Desde el año 1992 en el cual fue desactivado el Instituto Nacional de Planificación, no hay intervenciones en infraestructura vial mediante coordinaciones intersectoriales. Esta posta de toma de decisiones en forma conjunta no ha sido tomada por nadie en la actualidad. En los últimos años las inversiones en vías de transportes ha sido significativa, colocándose siempre en primer lugar con respecto a las inversiones destinadas a otros sectores. El ejecutivo, a la fecha, ha informado que hay destinados aproximadamente 11,000 millones de dólares en inversiones carreteras para los próximos 5 años. Pasando de 52% a 85% de infraestructura vial pavimentada. Con lo cual el tema de ser eficaces en la generación de impactos en el desarrollo de la población es vital, sin dejar de ser eficientes en la ejecución del proyecto en sí mismo.

## **1.6. MARCO INSTITUCIONAL**

La presente investigación se desarrolló en el contexto del "Proyecto Perú" mediante Convenio firmado entre la Universidad Nacional de Ingeniería, la Facultad de Ingeniería Civil y el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. La Dirección de Escuela Profesional bajo la dirección del Ing° Javier Arrieta nombro al Ing° Wifredo Gutiérrez Lazares (asesor de la presente investigación), como Jefe del Proyecto de Titulación 2011-I, quien gestiono el incluir el tema de "Rentabilidad Social de Carreteras de Penetración", como base para el desarrollo del Curso de Titulación a desarrollarse en ese año. De esta forma, con los alumnos matriculados, se organizaron 7 grupos de trabajo los cuales incluyeron la carretera Cañete-Lunahuana –Chupaca entre otras.

Este proceso constituyo un hito importante, debido a la escala nacional abarcada por el marco geográfico de las zonas de estudio. Este primer paso se dio con el fin de recolectar la información de campo necesaria para el desarrollo de esta investigación toma de fotos, realización de mediciones y recopilación de información secundaria relacionada a la investigación.

De esta forma se organizó el Marco Institucional alrededor del presente Proyecto de Investigación, lo cual marco el inicio de la misma (2011-2013).

## 1.7. MARCO LEGAL

### **Sistema Nacional de Carreteras**

Reglamento de Jerarquización Vial, aprobado por Decreto Supremo N° 017-2007-MTC, publicado en el Diario Oficial El Peruano, 27 de mayo de 2007, modificado por Decreto Supremo N° 006-2009-MTC, publicado en el Diario Oficial El Peruano, 15 de febrero de 2009.

Clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), actualizado por Decreto Supremo N° 044-2008-MTC, publicado en el Diario Oficial El Peruano, 28 de noviembre de 2008.

Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, aprobado por Decreto Supremo N° 034-2008-MTC, publicado en el Diario Oficial El Peruano, 25 de octubre de 2008.

Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial, aprobado por Resolución Ministerial N° 660-2008-MTC/02, publicado en el Diario Oficial El Peruano, 30 de agosto de 2008.

### **Inversión Pública**

Ley N° 27293 Ley que crea el SNIP (Actualizada) modificada por las Leyes N° 28522 (25 de mayo de 2005), 28802 (21 de Julio de 2006), por el D.Leg. N° 1005 (03 de Mayo de 2008) y 1091 (21 de Junio de 2008).

D.S. N° 102-2007-EF Reglamento del SNIP. En vigencia desde el 02 Agosto de 2007 y Modificado por DS N° 038-2009-EF (15 de Febrero de 2009)

### **Gestión de Riesgos**

La Ley 29664 crea el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres (SINAGERD), cuya finalidad es identificar y reducir los riesgos asociados a peligros, minimizar sus efectos y atender situaciones de peligro mediante lineamientos de gestión. La norma precisa que la Ley se aplica para todas las entidades y empresa públicas y en todos los niveles de gobierno, el sector privado y la ciudadanía en general.

Mediante Decreto Supremo 048-2011-PCM se establece el Reglamento de Ley N° 29664, del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.



## CAPÍTULO II MARCO TEORICO

### 2.1 ANTECEDENTES

#### 2.1.1 Estado del arte

Ya que el tema central de esta investigación es la proposición de una metodología que permita la maximización de beneficios indirectos producto de la ejecución de un proyecto carretero, pasaremos a la sistematización de antecedentes y procedimientos específicos relacionados a este punto o algún tema directamente relacionado que haya sido presentado en primer término por el MEF a través del SNIP o por medio del MTC. Los cuales nos permitan modelar el **estado del arte** de este tema en el contexto nacional e internacional.

#### i. **“Guía de identificación, formulación y evaluación social de proyectos de rehabilitación y mejoramiento de caminos vecinales a nivel del perfil”**

##### Resumen

No presenta argumentación ni procedimiento relativo a trazo carretero. Presenta una guía para identificar alternativas solución circunscrita al alcance técnico de una misma solución planteada. Una de ellas más elaborada que la otra, pero ambas dentro del mismo trazo vial.

#### ii. **“Anexo CME 10 contenidos mínimos específicos de estudios de pre inversión a nivel de perfil de proyectos de inversión pública de mejoramiento de carreteras de la red vial nacional, con pavimentos a nivel de soluciones básicas”**

##### Resumen

Es básicamente un esquema del estudio a nivel de perfil, donde el tema de evaluación parte asumiendo que son los automóviles los que generan la rentabilidad social y es por ello que la misma se evalúa considerándola así, sin tomar ni sugerir procedimiento alguno relacionado con las características propias que el trazo carretero va a dar servicio. No hay procedimientos sugeridos para el trazo carretero ni para la evaluación de beneficios sobre la población próxima a la carretera.

#### iii. **“Anexo CME 09 contenidos mínimos específicos de estudios de pre inversión de proyectos de inversión pública de mejoramiento de carreteras, cuyos estudios de perfil y factibilidad se contraten en paquete de acuerdo a la normatividad de contrataciones del estado”**

### Resumen

Hay un punto que mencionar en este manual, es el hecho de presentar mayor detalle en las exigencias de información para las distintas partes del proyecto, como por ejemplo detalle del área productivas y actividades en la zona, este requerimiento de información curiosamente no está articulado ni representa insumo de información para ningún otro procedimiento posterior. Más bien, en el análisis de la demanda, se pasa de forma puntual y directa, a la demanda materializada a través de Estudios de Trafico, sin recoger la valiosa información basada en planes locales, Planes de Ordenamiento territorial o Planes de Acondicionamiento Territorial, que en si reflejan las demandas territoriales en todas las otros sectores que de hecho se verán vinculadas a la eficiencia del trazo carretero.

- iv. **“Anexo CME 08 contenidos mínimos específicos de estudios de pre inversión a nivel de perfil de proyectos de inversión pública de rehabilitación de carreteras”**

### Resumen

Se analizan aspecto de demanda que no están relacionados a los territorios perse, sino al tráfico indirectamente relacionado, como caracterización de la demanda. Asume que el trazo ya plateado es el más óptimo para la atención a los servicios requeridos.

- v. **“Anexo CME 16 : contenidos mínimos específicos para estudios de pre inversión a nivel de perfil de proyectos de inversión pública de reemplazo de puentes en la red vial nacional”**

### Resumen

No se desarrollan temas relacionados a la carretera en forma directa.

- vi. **“Anexo CME 19 :contenidos mínimos específicos de estudios de pre inversión a nivel de perfil de proyectos de inversión pública de mejoramiento y rehabilitación de carreteras de la red vial vecinal”**

### Resumen

Las referencias a la geometría de las vías no incluyen el trazo. Asimismo aquellas otras relacionadas al estudio de demanda están ligadas en un 100% al tráfico, no a los territorios y actividades potenciales que estas van a atender.

**vii. “Anexo SNIP 20 contenidos mínimos específicos para estudios de perfil de PIP de rehabilitación de carreteras”**

Resumen

Básicamente cabe mencionar la metodología desarrollada en la explicación del Análisis de la demanda, que el estudio la circunscribe a dos aspectos: el primero relacionada a la demanda de tráfico actual y proyectado y el segundo relacionado a indicadores como PBI proyectado, tasa de crecimiento, etc.

Se podría afirmar que el único indicador ligado de forma tangencial al territorio es el PBI y Tasa de crecimiento.

**viii. “Anexo 22: lineamientos básicos para la formulación de proyectos de inversión pública con enfoque territorial”**

Resumen

Este manual no incluye aspectos directamente relacionados a carreteras, más bien presenta una estrategia novedosa de proposición de paquetes de proyectos destinados a distintos servicios que requieren los territorios, de relativa cercanía geográfica con el fin de generar clústers de desarrollo.

**ix. “Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos - caminos vecinales”**

Resumen

Guía donde la demanda calculada está en función netamente de la demanda de tránsito actual y proyectada.

**x. “Pautas de orientación sectorial para la evaluación ex post de proyectos de inversión pública sector transportes”**

Resumen

Es un manual con fuerte orientación a la evaluación de la gestión de la construcción de la carretera, en este sentido es bastante detallado en evaluaciones cuantitativas de eficacia del gasto, eficacia de la rapidez en la ejecución. Con respecto a los objetivos directos, estos los circunscribe al tráfico que discurre por la carretera. Por último en relación a los objetivos sobre la población y el desarrollo económico, la evaluación propuesta y ejemplificada es bastante superficial ya que lo limita a talleres en los cuales la población es interrogada respecto a su percepción de desarrollo con carretera y sin carretera.

xi. **“Estudio de Factibilidad para Carretera Cañete- Lunahuana-Chupaca”**

Resumen

Las descripciones de las zonas productivas son bastante detalladas en temas de la tipificación e intensidad de las mismas, pero asume que el 100% de estas serán atendidas a un 100% por la presencia de la carretera.

No hay referencias al trazo, se asume optimo a pesar de que el mismo data de 1958 y los usos han ido variando a los largo del tiempo,

xii. **“Guia de diseño geometrico de carreteras (Versiones 2001 y 2008)”**

Resumen

Conjunto de procedimientos tomados de AASTHO (American Association of State Highway and Transportation Officials). Los cuales son de aplicación posterior a la definición del trazo carretero en un proyecto. Es decir, asumen que el trazo ya fue eficientemente planteado.

**2.1.2 Estado del Arte**

**Evaluación multicriterio y su relación con la evaluación de proyectos en el Perú**

Si bien existen diversas metodologías de apoyo a la toma de decisiones, son las técnicas de Evaluación Multicriterio (EMC) la que constituye la metodología más empleada y sólida para la valoración de alternativas múltiples. De acuerdo a lo descrito por Hernández (Hernández et al, 2008), esta teoría, aunque alcanzó un grado de madurez significativa en la década del 70, tuvo sus inicios en la década de 1950, con numerosas investigaciones referidas al concepto de vector eficiente o no dominado y la deducción de las condiciones que garantizan la existencia de soluciones eficientes en un problema de decisiones multiobjetivos. Las diversas investigaciones posteriores fueron validadas en la “I Conferencia Mundial sobre Toma de Decisiones Multicriterio” (*Multiple Criteria Decision Making*), que se celebró en Estados Unidos en octubre de 1972 en la Universidad de Carolina del Sur. Tal acontecimiento puede considerarse el nacimiento del análisis multicriterio, así como el comienzo de un nuevo período en el campo de la toma de decisiones. Desde entonces la teoría de la decisión multicriterio ha conseguido un importante grado de articulación lógica, mostrando hoy en día solidez teórica, particularmente demostrada en su aplicación a los estudios relacionados con el ordenamiento territorial.

En el campo de la planificación territorial, en donde la toma de decisiones está ligado a la posición geográfica de los datos, la integración de la EMC y el análisis geoespacial mediante el empleo de sistemas de información geográfica, ha permitido llevar a cabo procedimientos simultáneos de análisis, proporcionando soluciones a problemas espaciales complejos (Gómez, 2005).

Al respecto, la primera referencia los Sistemas de Información Geográfica (SIG) aparece en 1967, referida a una aplicación informática cuyo objetivo era desarrollar un conjunto de tareas con información geográfica digitalizada (Sistema de información geográfica de Canadá - CGIS). En 1990 el *National Center for Geographic Information and Analysis* (NCGIA) de USA lo define como un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión.

La EMC, en conjunto con el análisis geoespacial empleando aplicaciones de SIG, ha sido utilizada en la evaluación de problemáticas relacionadas a la toma de decisiones, tales como la determinación de la capacidad de acogida del territorio, evaluación de impacto ambiental, zonificación de áreas susceptibles a los movimientos en masa, evaluación de factores de riesgo para el patrimonio arqueológico, valoración de la vegetación, priorización de mantenimiento de pavimentos, entre otras (Jimenez et al, 2008; Valpreda, 2004; Ramirez y Saito, 2011; Márquez, 1999; Vía García et al, 2006, Moazami et al 2011).

Recientemente, la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Sudamericana (IIRSA), ha elaborado un instrumento metodológico que busca orientar la incorporación de los asuntos ambientales (entre ellos los aspectos físicos del territorio) y sociales con un principio de actuación estratégica, aplicando técnicas de análisis geoespacial y SIG. El documento denominado "Metodología de Evaluación Ambiental y Social con Enfoque Estratégico" (EASE-IIRSA, 2007), ha sido presentado y validado en todos los países que forman parte de IIRSA, con la colaboración de la CAF y el BID.

Asimismo, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), con el apoyo del BID, ha presentado el Plan Intermodal de Transportes (MTC, 2005) a efectos que se constituya en un plan de desarrollo de la infraestructura de transporte del Perú,

que permita orientar sus acciones e inversiones. El Capítulo 10 de dicho documento, ha sido elaborado a partir de un análisis multicriterio de los peligros naturales y riesgos relativos a la red de transporte, el enfoque ambiental y la problemática relativa a la red de transporte y los aspectos socioeconómicos y culturales; sin embargo en la aplicación de dicha metodología no se ha incluido el análisis geoespacial como herramienta.

Específicamente en cuanto a los factores físicos, estos han sido ampliamente estudiados mediante técnicas multicriterio y análisis geoespacial en forma asociada a los planes de ordenamiento territorial alrededor del mundo, sin embargo ***poco se ha discutido sobre su inclusión en los análisis de viabilidad de proyectos***. El único tema relacionado que ha tenido acogida dentro de la formulación de PIP ha sido la gestión de riesgos naturales. La política del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), aprobada en marzo de 1998, establece que todos los proyectos financiados por el banco deben incluir criterios para reducir el riesgo en las inversiones, a fin de potenciar mejor su manejo integral a través del desarrollo (BID, 2005). En el Perú, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) a través de la Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (DGPM) y la GIZ (antes GTZ), viene trabajando desde el 2004 en la incorporación gradual de la Gestión de Riesgo (GdR) en el SNIP. A fin de brindar soporte a la gestión de riesgos naturales, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2003) ha elaborado, un estudio de Riesgo Geológico del Perú.

## 2.2 METODOLOGÍA DE JERARQUIZACIÓN ANALÍTICA

Desarrollado por Thomas Saaty en 1980, consiste esencialmente en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos utilizando una estructura jerárquica. El propósito de esta metodología es permitir que el decisor pueda estructurar un problema multicriterio en forma visual, dándole la forma de una jerarquía de atributos.

Este procedimiento parte de establecer una matriz cuadrada en la cual el número de filas y columnas está definido por el número de factores a ponderar, así se establece una matriz de comparación entre pares de factores, comparando la importancia de uno sobre cada uno de los demás. Posteriormente se determina la importancia relativa entre los factores analizados.

El procedimiento se inicia a partir de una matriz de comparación por pares, en este caso pares de factores. En esta matriz se asigna a cada celda un juicio de valor que representa la importancia relativa de cada factor en forma de columna, con otros (filas). Cabe resaltar que en este procedimiento la matriz que se produce es recíproca, es decir los valores asignados a ambos lados de la diagonal son inversos.

## **2.3 CLASIFICACIÓN DE POTENCIAL DE SUELOS**

### **2.3.1. Unidad Cartográfica**

Es el área delimitada y representada por un símbolo en el Mapa de Suelos. Esta unidad está definida y nominada en función de sus componentes dominantes, los cuales pueden ser suelos o áreas misceláneas o ambos. Pueden contener inclusiones de otros suelos, o áreas misceláneas con las cuales tienen estrecha vinculación geográfica. En general, la unidad cartográfica empleada es la asociación de grupos de suelos y/o de áreas misceláneas.

### **2.3.2. Asociación**

Consiste en dos o más unidades taxonómicas y/o áreas misceláneas que se presentan geográficamente asociadas, cuyos componentes principales no pueden ser mapeados individualmente, debido al patrón intrincado en que se presentan y a la escala de trabajo. Las inclusiones diferentes a la asociación no deben de exceder del 15%. Cada asociación es nominada con el nombre de sus componentes dominantes, anteponiendo el término "Asociación".

### **2.3.3. Clases Agrícolas**

Las "CLASES" de capacidad de uso, se divide en ocho categorías indicadas mediante números romanos del I al VIII, en orden decreciente de aptitud. A los suelos integrantes de las clases I, II y III se los considera cultivables y arables y aptos para una amplia a moderada gama de cultivos adaptados ecológicamente. Los suelos de la clase IV son cultivables con restricciones, así como los de clase V. Las clases presentan las siguientes características:

- CLASE I: Suelos con ninguna a leves limitaciones. Requieren medidas comunes de manejo para conservar y/o aumentar la productividad.

- CLASE II: Suelos con ligeras limitaciones. Exigen simples medidas de manejo.
- CLASE III Suelos con moderadas limitaciones que requieren medidas de manejo más intensivas.
- CLASE IV: Suelos con fuertes limitaciones que requieren complejas medidas de manejo para ser cultivados; son más apropiados para pasturas y otros usos.
- CLASE V: Suelos con fuertes limitaciones y a veces con más restricciones que la clase anterior y con requerimientos más intensivos y complejos.
- CLASE VI: Suelos con graves limitaciones que por lo general los hacen ineptos para el cultivo. Apropriados para pasturas, bosques, pasturas naturales, etc.
- CLASE VII: Suelos con muy graves limitaciones que los hacen ineptos para el cultivo, quedando restringidos al uso de pasturas naturales bosques, etc.
- CLASE VIII: Estos suelos, debido a las extremas limitaciones que presentan, carecen de valor agrícola o ganadero y su utilidad se reduce a la conservación de la fauna o recreación.

## **2.4 CAPACIDAD DE USO MAYOR**

El Sistema de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor (CUM) está conformado por tres (03) categorías de uso: Grupo de Capacidad de Uso Mayor, Clase de Capacidad de Uso Mayor, Subclase de Capacidad de Uso Mayor.

### **2.4.1. Grupos de Capacidad de Uso Mayor**

La capacidad de uso mayor de las tierras se define como la aptitud natural que tiene un área de terreno para poder producir y ser utilizado en la producción agrícola, ganadera, forestal o de protección, sin perder su capacidad productiva, en forma permanente y sostenida. Los suelos se pueden dividir en grupos, los cuales tienen como símbolos letras mayúsculas, tal como se muestra en la Tabla 1.



Tabla 1 Clasificación de Grupos de Suelos

Símbolos	Grupos
A	Tierras aptas para cultivo en limpio
C	Tierras aptas para cultivos permanentes
P	Tierras aptas para pastos
F	Tierras Aptas para Producción Forestal
X	Tierras de Protección no aptas para actividades agrícolas

Fuente: Decreto Supremo N° 017-2009-AG

- *Tierras Aptas para Cultivo en Limpio (Símbolo A)*. Reúne a las tierras que presentan características climáticas, de relieve y edáficas para la producción de cultivos en limpio que demandan remociones o araduras periódicas y continuadas del suelo. Estas tierras, debido a sus características ecológicas, también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea cultivos permanentes, pastos, producción forestal y protección, en concordancia a las políticas e interés social del estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.
- *Tierras Aptas para Cultivos Permanentes (Símbolo C)*. Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para la producción de cultivos que requieren la remoción periódica y continuada del suelo (cultivos en limpio), pero permiten la producción de cultivos permanentes, ya sean arbustivos o arbóreos. Estas tierras, también pueden destinarse, a otras alternativas de uso ya sea producción de pastos, producción forestal, protección en concordancia a las políticas e interés social del estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

- *Tierras Aptas para Pastos (Símbolo P)*. Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, ni permanentes, pero sí para la producción de pastos naturales o cultivados que permitan el pastoreo continuado o temporal, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso suelo. Estas tierras según su condición ecológica, podrán destinarse también para producción forestal o protección cuando así convenga, en concordancia a las políticas e interés social del estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.
- *Tierras Aptas para Producción Forestal (Símbolo F)*. Agrupa a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, permanentes, ni pastos, pero, sí para la producción de especies forestales maderables. Estas tierras, también pueden destinarse, a la producción forestal no maderable o protección cuando así convenga, en concordancia a las políticas e interés social del estado y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.
- *Tierras de Protección (Símbolo X)*. Están constituidas por tierras que no reúnen las condiciones edáficas, climáticas ni de relieve mínimas requeridas para la producción sostenible de cultivos en limpio, permanentes, pastos o producción forestal. En este sentido, las limitaciones o impedimentos tan severos de orden climático, edáfico y de relieve determinan que estas tierras sean declaradas de protección. En este grupo se incluyen, los escenarios glaciáricos (nevados), formaciones líticas, tierras con cárcavas, zonas urbanas, zonas mineras, playas de litoral, centros arqueológicos, ruinas, cauces de ríos y quebradas, cuerpos de agua (lagunas) y otros no diferenciados, las que según su importancia económica pueden ser destinadas para producción minera, energética, fósiles, hidroenergía, vida silvestre, valores escénicos y culturales, recreativos, turismo, científico y otros que contribuyen al beneficio del estado, social y privado.

#### **2.4.2. Clases de Capacidad de Uso Mayor**

Los grupos pueden subdividirse en clases adicionando la calidad agrológica de cada grupo, tal como se muestra en la Tabla 2

Tabla 2 Clases de Grupos de suelos

Símbolos	Clases
1	Calidad agrológica alta
2	Calidad agrológica media
3	Calidad agrológica baja

Fuente: Decreto Supremo N° 017-2009-AG

#### 2.4.3. Clases de Tierras Aptas para Cultivos en Limpio (Símbolo A).

Se establece las siguientes clases:

- *Calidad Agrológica Alta (Símbolo A1).* Agrupa a las tierras de la más alta calidad, con ninguna o muy ligeras limitaciones que restrinjan su uso intensivo y continuado, las que por sus excelentes características y cualidades climáticas, de relieve o edáficas, permiten un amplio cuadro de cultivos, requiriendo de prácticas sencillas de manejo y conservación de suelos para mantener su productividad sostenible y evitar su deterioro.
- *Calidad Agrológica Media (Símbolo A2).* Agrupa a tierras de moderada calidad para la producción de cultivos en limpio con moderadas limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, que reducen un tanto el cuadro de cultivos así como la capacidad productiva. Requieren de prácticas moderadas de manejo y de conservación de suelos, a fin de evitar su deterioro y mantener una productividad sostenible.
- *Calidad Agrológica Baja (Símbolo A3).* Agrupa a tierras de baja calidad, con fuertes limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, que reducen significativamente el cuadro de cultivos y la capacidad productiva. Requieren de prácticas más intensas y a veces especiales, de manejo y conservación de suelos para evitar su deterioro y mantener una productividad sostenible.

#### 2.4.4. Clases de Tierras Aptas para Cultivos Permanentes (Símbolo C).

Se establece las siguientes clases:

- *Calidad Agrológica Alta (Símbolo C1)*. Agrupa a tierras con la más alta calidad de suelo de este grupo, con ligeras limitaciones para la fijación de un amplio cuadro de cultivos permanentes, frutales principalmente. Requieren de prácticas de manejo y conservación de suelos poco intensivas para evitar el deterioro de los suelos y mantener una producción sostenible.
- *Calidad Agrológica Media (Símbolo C2)*. Agrupa tierras de calidad media, con limitaciones más intensas que la clase anterior de orden climático, edáfico o de relieve que restringen el cuadro de cultivos permanentes. Las condiciones edáficas de estas tierras requieren de prácticas moderadas de conservación y mejoramiento a fin de evitar el deterioro de los suelos y mantener una producción sostenible.
- *Calidad Agrológica Baja (Símbolo C3)*. Agrupa tierras de baja calidad, con limitaciones fuertes o severas de orden climático, edáfico o de relieve para la fijación de cultivos permanentes y, por tanto, requieren de la aplicación de prácticas intensas de manejo y de conservación de suelos a fin de evitar el deterioro de este recurso y mantener una producción sostenible.

#### **2.4.5. Clases de Tierras Aptas para Pastos (Símbolo P)**

Se establecen las siguientes clases de potencialidad:

- *Calidad Agrológica Alta (Símbolo P1)*. Agrupa tierras con la más alta calidad agrológica de este grupo, con ciertas deficiencias o limitaciones para el crecimiento de pasturas naturales y cultivadas que permitan el desarrollo sostenible de una ganadería. Requieren de prácticas sencillas de manejo de suelos y manejo de pastos para evitar el deterioro del suelo.
- *Calidad Agrológica Media (Símbolo P2)*. Agrupa tierras de calidad agrológica media en este grupo, con limitaciones y deficiencias más intensas que la clase anterior para el crecimiento de pasturas naturales y cultivadas, que permiten el desarrollo sostenible de una ganadería. Requieren de la aplicación de prácticas moderadas de manejo de suelos y pastos para evitar el deterioro del suelo y mantener una producción sostenible.

- *Calidad Agrológica Baja (Símbolo P3)*. Agrupa tierras de calidad agrológica baja en este grupo, con fuertes limitaciones y deficiencias para el crecimiento de pastos naturales y cultivados, que permiten el desarrollo sostenible de una determinada ganadería. Requieren de la aplicación de prácticas intensas de manejo de suelos y pastos para el desarrollo de una ganadería sostenible, evitando el deterioro del suelo.

#### **2.4.6. Clases de Tierras Aptas para Producción Forestal (Símbolo F)**

Se establecen las siguientes clases de aptitud:

- *Calidad Agrológica Alta (Símbolo F1)*. Agrupa tierras con la más alta calidad agrológica de este grupo, con ligeras limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, para la producción de especies forestales maderables. Requieren de prácticas sencillas de manejo y conservación de suelos y de bosques para la producción forestal sostenible, sin deterioro del suelo.
- *Calidad Agrológica Media (Símbolo F2)*. Agrupa tierras de calidad agrológica media, con restricciones o deficiencias más acentuadas de orden climático, edáfico o de relieve que la clase anterior para la producción de especies forestales maderables. Requiere de prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos y de bosques para la producción forestal sostenible, sin deterioro del suelo.
- *Calidad Agrológica Baja (Símbolo F3)*. Agrupa tierras de calidad agrológica baja, con fuertes limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, para la producción forestal de especies maderables. Requiere de prácticas más intensas de manejo y conservación de suelos y bosques para la producción forestal sostenible, sin deterioro del recurso suelo.

#### **2.4.7. Clases de Tierras de Protección (Símbolo X)**

Estas tierras no presentan clases de capacidad de uso.

#### **2.4.8. Subclases de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras**

Constituye la tercera categoría del presente Sistema de Clasificación de Tierras, establecida en función a factores limitantes, riesgos y condiciones especiales que restringen o definen el uso de las tierras. La subclase de capacidad de uso, agrupa tierras de acuerdo al tipo de limitación o problema de uso. Lo importante en este nivel categórico es puntualizar la deficiencia o condiciones más relevantes como

causal de la limitación del uso de las tierras. En el sistema elaborado, han sido reconocidos seis tipos de limitación fundamentales que caracterizan a las subclases de capacidad, los mismos que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3 Subclases – Limitaciones Específicas

Subclases	Símbolos
Limitaciones Fundamentales	
Limitación por suelo	s
Limitación por sales	l
Limitación por topografía – riesgo de erosión	e
Limitación por drenaje	w
Limitación por riesgo de inundación o anegamiento	i
Limitación por clima	c
Condiciones Especiales	
Uso Temporal	t
Presencia de terraceo – andenería	a
Riego permanente o suplementario	r

Fuente: Decreto Supremo N° 017-2009-AG

## 2.5 PELIGRO SÍSMICO

El Perú está ubicado en una de las regiones de más alta sismicidad del mundo, debido al encuentro de las placas tectónicas Sudamericana y de Nazca, las cuales interactúan entre sí generando una zona de contacto a lo largo del litoral de la costa peruana, siendo esta zona de contacto la causa de la mayor parte de los sismos en la parte occidental del territorio peruano. Adicionalmente están los reajustes producidos en la corteza terrestre como consecuencia de la interacción y la morfología alcanzada por la cordillera de los Andes.

El peligro sísmico es definido por Castillo y Alva, (1993) como la probabilidad que en un lugar determinado ocurra un movimiento sísmico de una intensidad igual o mayor que un valor fijado. En general, el término intensidad se hace extensivo a

cualquier otra característica de un sismo (magnitud, la aceleración máxima, etc.). La ocurrencia de un evento sísmico es de carácter aleatorio y la Teoría de las Probabilidades es aplicable en el análisis del riesgo de su ocurrencia. Para mayor información acerca del Peligro Sísmico en el Perú es recomendable leer el artículo "*Peligro Sísmico en el Perú*" de Castillo y Alva (1993).

## 2.6 ECONOMÍA

### 2.6.1. Indicadores Socioeconómicos

Los indicadores socioeconómicos son valores estadísticos que reflejan el comportamiento de las principales variables sociales, económicas, financieras y monetarias, obtenidos a través del análisis comparativo entre un año y otro de un periodo determinado.

### 2.6.2. La Pobreza Monetaria

Se define como la insuficiencia de recursos monetarios para adquirir una canasta de consumo mínima aceptable socialmente. Para ello se elige un indicador de bienestar (gasto per cápita) y parámetros de lo socialmente aceptado (líneas de pobreza total para el caso de consumo total y línea de pobreza extrema para el caso de alimentos):

La tasa de pobreza monetaria es comúnmente el indicador que hace referencia al nivel de vida de la población, esta refleja la capacidad de un hogar para afrontar las exigencias mínimas para vivir; en este sentido el indicador que se utiliza es el gasto per cápita del Hogar.

Las principales definiciones sobre la pobreza empleadas en el Perú son:

**Pobreza total:** Comprende a las personas cuyos hogares tienen ingresos o consumo per cápita inferiores al costo de una canasta total de bienes y servicios mínimos esenciales.

**Pobreza extrema:** Comprende a las personas cuyos hogares tienen ingresos o consumos per cápita inferiores al valor de una canasta mínima de alimentos.

**Línea de pobreza total:** Es el costo de una canasta mínima de bienes (incluido los alimentos) y servicios.

**Línea de pobreza extrema:** Es el costo de una canasta mínima de alimentos.

La Pobreza No Monetaria: Mientras que la pobreza monetaria puede variar rápidamente en el corto plazo debido a factores como mayores ingresos monetarios del hogar (y por lo tanto mayor gasto), los indicadores de pobreza estructural se refieren estrictamente a la caracterización de los hogares en cuanto

a su tenencia o calidad de bienes y servicios, o en todo caso, tenencia de capital humano que describa mejor sus condiciones de vida.

Ello requiere una mayor inversión de tiempo y de recursos, por lo que se les suele llamar “indicadores rígidos o duros” de la pobreza ya que son difíciles de modificar en el corto plazo.

### **Índice de Desarrollo Humano**

El Índice del Desarrollo Humano (IDH) es el instrumento principal que mide el adelanto medio de un país en lo que respecta a la capacidad humana básica representada por las tres oportunidades humanas más importantes y permanentes: esperanza de vida, que refleja una existencia larga y saludable; nivel educacional, que resume los conocimientos adquiridos y, el ingreso per cápita, que indica la capacidad de acceso a los recursos para vivir dignamente.

En el IDH, se reduce los tres indicadores básicos a un patrón común, mediante la medición del adelanto correspondiente a cada indicador en función de la distancia relativa que lo separa de una meta deseable. Los valores máximos y mínimos para cada variable se expresan entre 0 y 1.

Para el cálculo del Índice del Desarrollo Humano peruano se ha considerado las tres oportunidades esenciales propuestas en los informes de desarrollo humano del PNUD.



Tabla 4 Indicadores seleccionados para el cálculo del IDH

Oportunidades Humanas seleccionadas (Capacidad humana básica)	Indicadores seleccionados por el PNUD	Indicadores seleccionados para el Perú
Longevidad	- Esperanza de vida al nacer	- Esperanza de vida al nacer
Nivel educacional	- Alfabetización adulta	- Alfabetización adulta
Nivel de Vida	- Tasa de matrícula combinada: primaria, secundaria y superior	- Promedio de años de estudio de la población de 25 y más años de edad
	- PBI per cápita real (en dólares americanos de paridad de poder adquisitivo - PPA).	- Ingreso promedio mensual per cápita del hogar (en nuevos soles)

Fuente: INEI

### Necesidades Básicas Insatisfechas

El método de medición de las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) toma en consideración un conjunto de indicadores relacionados con necesidades básicas estructurales (Vivienda, educación, salud, infraestructura pública, etc.) que se requiere para evaluar el bienestar individual.

Este método presta atención fundamentalmente a la evolución de la pobreza estructural, y por tanto no es sensible a los cambios de la coyuntura económica y permite una visión específica de la situación de pobreza, considerando los aspectos sociales.

Con el método de las Necesidades Básicas Insatisfechas, el INEI emplea los siguientes indicadores: viviendas con características físicas inadecuadas; hogares en hacinamiento; vivienda sin servicio higiénico; hogares con al menos un niño que no asiste a la escuela; hogares con el jefe de hogar con primaria incompleta y con tres personas o más por perceptor de ingreso.

En el caso del método de las necesidades básicas insatisfechas el INEI determina el número de ellas en cada hogar y luego, presenta la proporción de personas que tienen por lo menos una NBI (Necesidad Básica Insatisfecha).

### **Indicadores de Salud**

Los indicadores de salud son instrumentos de evaluación que pueden determinar directa o indirectamente modificaciones dando así una idea del estado de situación de una condición.

### **La Desnutrición Crónica**

La desnutrición crónica (DC) es el retraso en el crecimiento de los niños menores de cinco años; como indicador expresa la merma del crecimiento en una etapa muy crítica, consecuencia de esto los órganos vitales del cuerpo no podrán desarrollarse a su nivel óptimo.

La clasificación de las causas de la desnutrición crónica destaca la importancia de los aspectos relativos al comportamiento o prácticas de salud de las madres sobre los demás factores (UNICEF, 1998). Existe también un conjunto de evidencias de estudios experimentales que han identificado las causas críticas de la desnutrición crónica en comportamientos de las madres con relación a la lactancia exclusiva, la higiene y el tratamiento de enfermedades diarreicas agudas y de enfermedades respiratorias agudas.

### **Tasa Global de Fecundidad (TGF)**

La tasa global de fecundidad es el número de hijos que, en promedio, tendría cada mujer de una cohorte hipotética de mujeres, que cumplieron dos condiciones: primero, que durante el período fértil tuvieran sus hijos de acuerdo a las tasas de fecundidad por edad observadas de la población en estudio y segundo, que no estuvieran expuestas a los riesgos de mortalidad desde el nacimiento hasta el término de su período fértil.

### **Tasa de Mortalidad Infantil (TMI)**

La mortalidad Infantil se refiere a los decesos que ocurren en niños antes de cumplir el año de vida. Este es un campo muy sensible y de suma preocupación en los estudios sociodemográficos, debido a que la mortalidad en el primer año de

vida presenta intensidades muy elevadas, significativamente mayores que las registradas en las edades siguientes con características diferenciales por género, edad (neonatal y post-neonatal), sociales, lugar de residencia, pobreza, etc. La mortalidad de niños y la atención a las madres gestantes son aspectos prioritarios en la formulación de las políticas de salud. En el primer mes de vida, la mortalidad se asocia a factores endógenos, generalmente originados en el embarazo y parto.

Luego del primer mes y en los primeros años de vida la mortalidad de niños se vincula con factores de tipo exógeno o del ambiente en el que se desarrolla el niño, entendiéndose como tal, las condiciones de vivienda, alimentación, ingreso y nivel de educación de los padres, factores, que entre otros, inciden sobre la salud del niño. Por lo general, se considera a la tasa de mortalidad infantil como un indicador óptimo de las condiciones de salud, nivel económico y social de la población. A partir de esta idea, algunos científicos sociales han señalado que la mortalidad infantil es un indicador adecuado para medir el desarrollo social.

## **2.7 PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA EN EL PERÚ**

### **2.7.1. Proyectos de Inversión Pública (PIP)**

Es toda intervención limitada en el tiempo que utiliza total o parcialmente recursos públicos, con el fin de crear, ampliar, mejorar, modernizar o recuperar la capacidad productora de bienes o servicios, cuyos beneficios se generan durante la vida útil del proyecto. En el caso peruano, el diseño de proyectos de inversión pública emana de las normativas del Ministerio de Economía y Finanzas, que para este fin ha creado el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP). De acuerdo con el SNIP, el ciclo del proyecto contempla las siguientes fases: Pre inversión, Inversión y Post inversión.

### **2.7.2. Pre inversión**

La pre inversión tiene como objetivo evaluar la conveniencia de realizar un PIP en particular, exige contar con los estudios que sustenten que es socialmente rentable, sostenible y concordante con los lineamientos de política establecida por las autoridades correspondientes. Estos criterios sustentan su declaración de viabilidad, requisito indispensable para iniciar su ejecución.

Los estudios de pre inversión se deben basar en un diagnóstico del área de influencia del PIP, del servicio sobre el cual se intervendría, así como de los grupos

involucrados en todo el ciclo. Con sustento en el diagnóstico se definirá el problema a solucionar, sus causas y sus efectos; se planteará el PIP y las alternativas de solución. Finalmente, se estimarán los flujos de beneficios y costos sociales para definir su rentabilidad social. Es importante, así mismo, demostrar la sostenibilidad en la provisión de los servicios objeto de intervención.

### **2.7.3. Inversión**

Una vez que un proyecto ha cumplido satisfactoriamente la fase de preinversión, es decir, cuenta con los estudios de pre inversión (perfil, pre factibilidad y factibilidad) y ha sido declarado viable por la Oficina de Programación e Inversiones (OPI) correspondiente, se encuentra habilitado para ingresar a la Fase de Inversión. En esta fase se puede distinguir las etapas de: diseño y la ejecución misma del proyecto, que deben ceñirse a los parámetros técnicos, económicos y ambientales con los cuales el PIP fue declarado viable:

- *Diseño:* Se elabora el estudio de detalle (o equivalente) del proyecto, incluyendo la planificación de la ejecución, el presupuesto, las metas físicas proyectadas, las especificaciones técnicas, el programa de conservación y reposición de equipos y los requerimientos estimados de personal para la operación y mantenimiento.
- *Ejecución:* Se realiza la implementación de las actividades programas y, según caso, el desarrollo de la obra física. En esta etapa se realizan las acciones del proyecto, la licitación de los bienes, servicios u obras a adquirir e implementar, el seguimiento y control de los contratos así como la revisión periódica de los avances de la ejecución del proyecto. El cierre de la ejecución del proyecto marca el fin de la Fase de Inversión.

## **2.8 SISTEMA NACIONAL DE CARRETERAS**

El Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) es el conjunto de carreteras conformantes de la Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural.

### **2.8.1. Red Vial Nacional (RVN)**

Corresponde a las carreteras de interés nacional, conformada por los principales ejes longitudinales y transversales que constituyen la base del SINAC. Sirve como elemento receptor de las carreteras Departamentales o Regionales y de las

carreteras Vecinales o Rurales. Son parte de la RVN, las carreteras que cumplan cualquiera de los siguientes criterios:

- Interconectar al país longitudinalmente o transversalmente, permitiendo la vinculación con los países vecinos.
- Interconectar las capitales de departamento.
- Soportar regularmente el tránsito de larga distancia nacional o internacional de personas y/o mercancías, facilitando el intercambio comercial interno o del comercio exterior.
- Articular los puertos y/o aeropuertos de nivel nacional o internacional, así como las vías férreas nacionales.
- Interconectar los principales centros de producción con los principales centros de consumo.

La RVN tiene tres (3) ejes longitudinales y veinte (20) ejes transversales.

- Los ejes longitudinales son carreteras que unen las fronteras norte y sur del país.
- Los ejes transversales o de penetración son carreteras donde la medición de su trayectoria se hace de Oeste a Este, comunicando la costa con la sierra y selva, salvo las excepciones de las carreteras que van al litoral, en cuyo caso su trayectoria se mide de Este a Oeste.

### **2.8.2. Red Vial Departamental o Regional**

Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito de un gobierno regional. Articula básicamente a la RVN con la Red Vial Vecinal o Rural. Son parte de la Red Vial Departamental o Regional las carreteras que cumplan cualquiera de los siguientes criterios:

- Interconectar la capital del departamento con las capitales de provincias o estas entre sí.
- Facilitar principalmente el transporte de personas y el intercambio comercial a nivel regional o departamental y que tengan influencia en el movimiento económico regional.

- Interconectar capitales de distritos pertenecientes a más de una provincia o permitir la conformación de circuitos con otras carreteras departamentales o nacionales.
- Articular los puertos y/o aeropuertos de nivel regional.

Las vías de esta red indistintamente pueden ser longitudinales o transversales.

### **2.8.3. Red Vial Vecinal o Rural**

Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, (éstos entre sí), con centros poblados o zonas de influencia local y con las redes viales nacional y departamental o regional. Son parte de la Red Vial Vecinal o Rural, aquellas otras carreteras no incluidas en la RVN o en la Red Vial Departamental o Regional.

## **2.9 MODELOS ESPACIALES EN LA INGENIERÍA DEL TERRITORIO**

### **2.9.1. Análisis Geoespacial**

Desde ERATOSTENES DE CIRENE<sup>6</sup> considerado como padre del Análisis Espacial, hasta nuestros días, los aportes directos de esta última a las ciencias relacionadas con la Ingeniería de Carreteras han estado circunscritos de forma primordial a referencias cartográficas de apoyo en las distintas etapas del proceso de trazo y diseño detallado. El aspecto de localización de elementos ha sido el aporte funcional principal, más el Análisis Espacial como tal ha estado ligado de forma bastante dinámica a las Ciencias relacionadas a la Planificación del Territorio a través del establecimiento de consideraciones espaciales relacionadas a la Ordenación Territorial y las Carreteras.

### **2.9.2. Definición de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

Según se indica en Peña (2009), un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un sistema de información que trata datos geo referenciados, es decir procesa información de eventos o entidades geoespaciales con el fin de generar una información nueva mediante operaciones de manipulación y análisis que ayude a la toma de decisiones.

---

<sup>6</sup> Sabio Griego de la época Helénica

Los análisis geoespaciales combinan y manipulan los datos almacenados en un SIG para crear información nueva, la cual puede ilustrarse con mapas y resumirse en forma de registros para ser estudiadas por el usuario y decidir si el modelo adoptado constituye una solución plausible.

En el más amplio sentido, un SIG es un sistema integrado para trabajar con información espacial, la cual es a su vez una herramienta esencial para el análisis y toma de decisiones en muchas áreas de conocimiento. La base de un SIG es por tanto una serie de capas de información espacial en formato digital que representa una serie de variables en formato *raster* o bien en capas que representan objetos en formato vectorial. Esta estructura permite combinar en un mismo sistema información con orígenes y formatos muy diversos, incrementando la complejidad del sistema.

### 2.9.3. El Análisis Espacial como un Proceso

En general el proceso de análisis espacial sigue una serie de etapas bien definidas (a menudo repetitivas): formulación del problema, planificación, recopilación de datos, análisis exploratorio, formulación de hipótesis, modelos y pruebas, consulta y revisión, y en última instancia, la presentación de informes finales y/o la aplicación de los resultados. A continuación se resume tales etapas:

- Tras haber identificado y formulado el problema a resolver (a menudo una tarea importante en sí mismo), y desarrollado un plan general, la primera tarea por lo general implica la obtención de los datos que han de ser objeto de análisis. Esto plantea muchas preguntas que tienen una influencia importante en las etapas posteriores: los supuestos que se han invocado para representar el “mundo real”; entre ellas tenemos:
  - ¿Cuáles son las implicaciones de esto para su posterior análisis?
  - ¿Cuán completos son los datos - espacial y temporalmente?
  - ¿Qué precisión tienen los datos (espacial, temporal y en términos de atributos medidos)?
  - ¿Son todos los conjuntos de datos compatibles y coherentes entre sí?
  - ¿Es posible combinar y procesar los recursos disponibles?

- La segunda etapa, una vez que los datos se han obtenido y aceptados como adecuado para el propósito, es a menudo exploratoria. Esto puede implicar: asignación simple de los datos, puntos, líneas, regiones, redes, superficies, el cálculo de las tasas, índices, densidad, pendientes, tendencias direccionales, niveles, clasificaciones, etc. o una exploración más compleja y dinámica de los datos, como el filtrado y la vinculación. Una o más técnicas y herramientas de análisis pueden ser utilizadas en las etapas posteriores.
- La tercera etapa dependerá del objetivo del análisis. En muchos casos consisten en la presentación de los resultados del análisis exploratorio en forma de comentario, mapas, estadísticas descriptivas y los documentos asociados a completar el proceso. En otros, se incluyen el desarrollo y prueba de hipótesis acerca de los patrones observados, y/o modelado de los datos con el fin de llevar a cabo algún ejercicio de predicción o de optimización. Con frecuencia, el resultado de este proceso es una serie de resultados posibles (escenarios) que luego deben ser resumidos y presentados para su análisis final y la toma de decisiones por las partes interesadas, grupos de interés, los responsables políticos o empresarios.

Este tipo de proceso se puede formalizar y puede ser implementado como un procedimiento estándar en los sistemas operativos o como parte de un proceso de planificación. Estos procedimientos podrán incluir ciclos de decisión relativamente o en entornos altamente dinámicos, por ejemplo el control de las luces de tráfico y enrutamiento para reflejar el tipo y la densidad de tráfico en tiempo real.

Cada vez con más frecuencia, estos procedimientos se involucran como apoyo a la toma de decisiones, desde el simple análisis costo-beneficio y las técnicas de evaluación multicriterio (MCE por sus siglas en inglés) a los más sofisticados procesos formales de criterios múltiples tales como los modelos de análisis de redes neuronales (ANP, por sus siglas en inglés).

## 2.10 ANÁLISIS DE CLÚSTER

El Análisis de Clúster (o Análisis de conglomerados o agrupaciones desde el enfoque espacial) es una técnica de Análisis Exploratorio de Datos para resolver problemas de clasificación. Su objeto consiste en ordenar objetos (personas, cosas, animales, plantas, variables, etc.) en grupos con algún patrón



de ordenamiento territorial (conglomerados o clústers) de forma que el grado de asociación/similitud entre miembros del mismo clúster sea más fuerte que el grado de asociación/similitud entre miembros de diferentes clúster. Cada clúster se describe como la clase a la que sus miembros pertenecen.

El análisis de clúster es un método que permite descubrir asociaciones y estructuras en los datos que no son evidentes a priori pero que pueden ser útiles una vez que se han encontrado. Los resultados de un Análisis de Clúster pueden contribuir a la definición formal de un esquema de clasificación tal como una taxonomía para un conjunto de objetos, a sugerir modelos estadísticos para describir poblaciones, a asignar nuevos individuos a las clases para diagnóstico e identificación, etc.

### 2.10.1. Análisis de clúster según Índice Moran I

El índice utilizado para esta investigación es una adaptación del Moran I, la primera medida de la Autocorrelación- espacial en el estudio de fenómenos estocásticos distribuidos en un espacio de dos o más dimensiones. Para cada año  $t$ , este estadístico se escribe:

$$I_t = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} x \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_{it} - \bar{x}_t)(x_{jt} - \bar{x}_t)}{\sum_{i=1}^n (x_{it} - \bar{x}_t)^2}$$

Donde  $W_{ij}$  es la matriz binaria de contigüidad, tal que  $w_{ij}=1$  si las regiones  $i$  y  $j$  tienen una frontera común, y  $w_{ij}=0$  si no disponen de ella  $x_{it}$  es el logaritmo neperiano del PBI per cápita medido en términos reales de la región  $i$  en el año  $t$ ;  $\bar{x}_t$  es la media, para el año  $t$ , de los logaritmos neperianos del PIB per cápita, medido en términos reales, del conjunto de las regiones estudiadas; y  $n$  es el número de regiones.

Este índice resulta análogo al coeficiente de correlación convencional, ya que su numerador se interpreta como la covarianza entre unidades contiguas, y sus valores oscilan entre  $+1$  (significando fuerte correlación espacial positiva) y  $-1$  (significando fuerte correlación espacial negativa).

La significatividad estadística del índice  $I$  de Moran puede ser obtenida a través de dos procedimientos: en primer lugar, mediante un proceso de contraste cuya

hipótesis nula propone que los datos analizados no son sino una muestra aleatoriamente obtenida a partir de una de las  $n!$  posibles distribuciones espaciales de las variables estudiadas entre las  $n$  localizaciones. Y, en segundo lugar, a partir de la utilización de estadísticos diseñados para la autocorrelación espacial basados en la aproximación normal.

La herramienta Autocorrelación espacial (I de Moran global) mide la Autocorrelación espacial basada en las ubicaciones y los valores de las entidades simultáneamente. Dado un conjunto de entidades y un atributo asociado, evalúa si el patrón expresado está agrupado, disperso o es aleatorio (FIGURA N° 3). La herramienta calcula el valor del Índice I de Moran y una puntuación  $z$  y un valor  $P$  para evaluar la significancia de ese índice. Los valores  $P$  son aproximaciones numéricas del área debajo de la curva de una distribución conocida, limitada por la estadística de prueba.

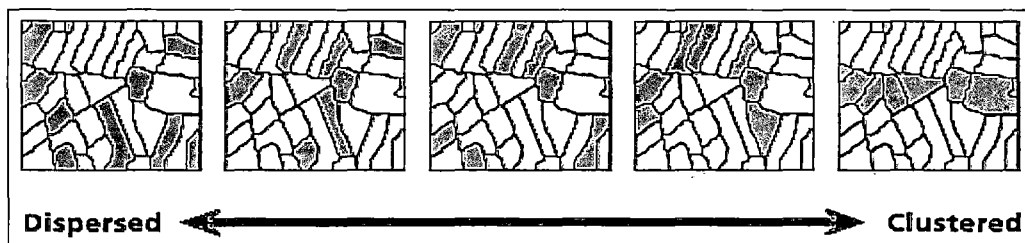


FIGURA N° 3 : Modelo de Agrupación y Dispersión  
Fuente ESRI

### 2.10.2. Interpretación

La herramienta Autocorrelación espacial (I de Moran global) es una estadística deductiva, lo que significa que los resultados del análisis siempre se interpretan dentro del contexto de la hipótesis nula. Para la estadística I de Moran global, la hipótesis nula

establece que el atributo que se analiza está distribuido en forma aleatoria entre las entidades del área de estudio; es decir, los procesos espaciales que promueven el patrón de valores observado constituyen una opción aleatoria. Imagínese que pudiera elegir los valores para el atributo que analiza, arrojarlos sobre las entidades y dejar que cada valor caiga donde caiga. Este proceso (elegir y arrojar los valores) es un ejemplo de un proceso espacial de opción aleatoria.

Cuando el valor  $P$  que devuelve esta herramienta es estadísticamente significativo, puede rechazar la hipótesis nula. La siguiente tabla resume la interpretación de los resultados:

Tabla 5 Matriz de interpretación de resultados

RESULTADO DE P	INTERPRETACION
El valor P <i>no</i> es estadísticamente significativo.	No puede rechazar la hipótesis nula. Es posible que la distribución espacial de los valores de entidades sea el resultado de <b>procesos espaciales aleatorios</b> . El patrón espacial observado de los valores de entidades podría ser cualquiera de las tantas versiones posibles de aleatoriedad espacial completa (CSR).
El valor P es estadísticamente significativo y la puntuación z es positiva.	Puede rechazar la hipótesis nula. La distribución espacial de los valores altos y los valores bajos en el dataset está más agrupada espacialmente de lo que se esperaría si los procesos espaciales subyacentes fueran aleatorios.
El valor P es estadísticamente significativo y la puntuación z es negativa.	Puede rechazar la hipótesis nula. La distribución espacial de los valores altos y los valores bajos en el dataset está más dispersa espacialmente de lo que se esperaría si los procesos espaciales subyacentes fueran aleatorios. Un patrón espacial disperso suele reflejar algún tipo de proceso competitivo: una entidad con un valor alto rechaza a otras entidades con valores altos; del mismo modo, una entidad con un valor bajo rechaza a otras entidades con valores bajos.

Fuente : ESRI

### 2.11. LEAST COST ANALYSIS

La herramienta "Ruta de coste Mínimo", determina la ruta de menor coste desde un punto de destino a un origen. Esta ruta tiene el ancho de una celda (pixel), y se garantiza como la ruta menos costosa en relación a las unidades de coste que

define el raster de coste original que se introdujo en la herramienta de distancia ponderada<sup>7</sup>.



FIGURA N° 4 :Ruta de menor coste  
Fuente : Elaboración Propia

<sup>7</sup> “Weighted Overlay”, como parte de las herramientas de ArcGIS v 10.2

En el diagrama anterior puede ver dos rutas posibles para la nueva carretera (en púrpura y en rojo). La línea púrpura representa la ruta que se creó con un raster de coste en el cual cada raster de entrada (uso del suelo y pendiente) tenía la

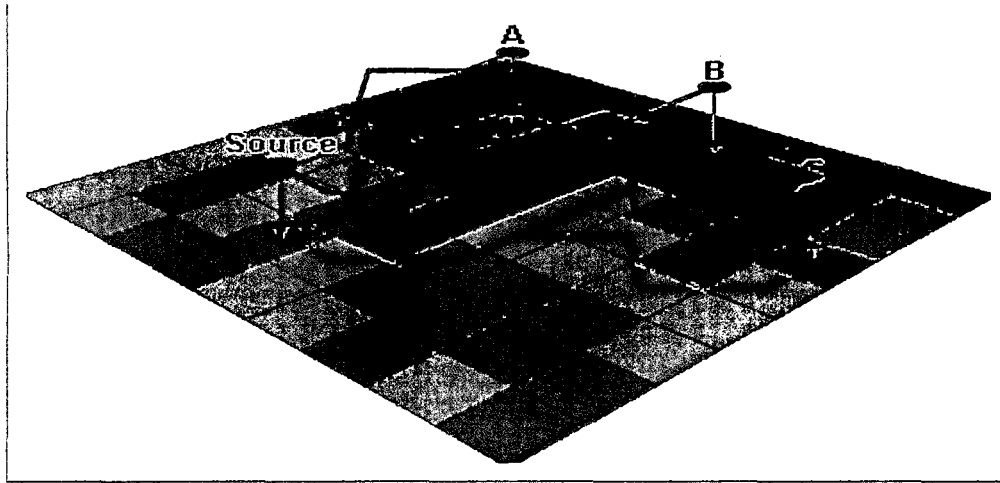


FIGURA Nº 5 : Trazo de menor costo  
 Fuente : Universidad de New York

misma zona de influencia. La línea roja representa la ruta que se creó con un raster de coste en el cual el raster de entrada de pendiente tenía un peso (influencia) del 66 por ciento. Al darle al raster de entrada de pendiente un peso superior, se prestó más atención en evitar pendientes más pronunciadas en la ruta roja.

Es importante tener en cuenta cómo ponderar los píxeles que forman el raster de coste. La manera de ponderar el raster depende de la aplicación y los resultados que desea obtener.

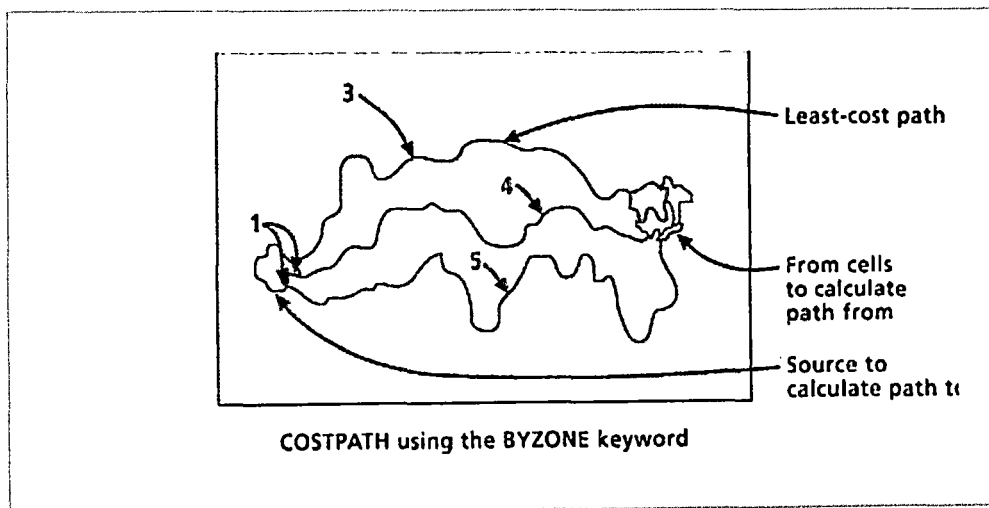


FIGURA Nº 6 : Rutas de menor Coste por Zona  
 Fuente : ESRI – ArcGIS Resources

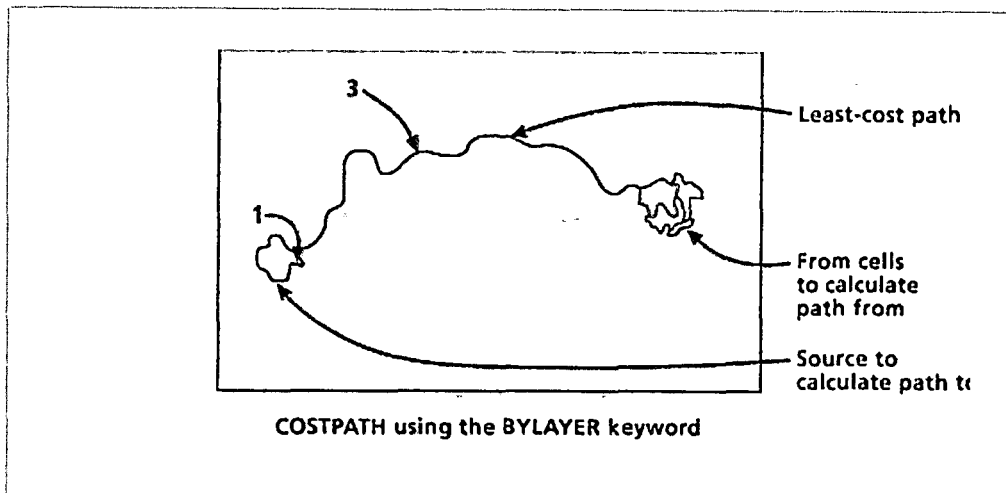


FIGURA Nº 7 : Ruta de Menor Coste  
 Fuente : ESRI – ArcGIS Resources

Cuando dos o más rutas de coste de distintas zonas convergen en el camino al origen y mantienen la misma distancia entre sí, se asigna el valor dos a la ruta de unión hasta la celda, dado que no se puede determinar el propietario del segmento, como se muestra en el siguiente FIGURA Nº 8 de Ruta de coste por zona.

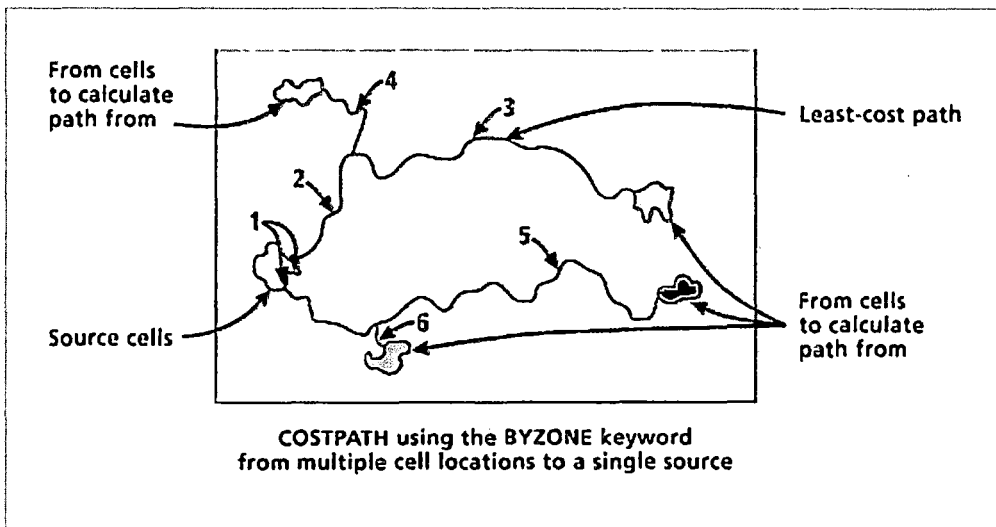


FIGURA Nº 8 : Ruta de Mínimo Coste (Esquema)  
 Fuente : ESRI – ArcGIS Resources

El valor asignado a cada ruta se asigna por el orden en el que las celdas de zona se encuentran en el proceso de escaneo.

## CAPÍTULO III DISEÑO METODOLOGÍA

### 3.1. DISEÑO GENERAL

**La forma de Investigación** es la de una investigación científica de enfoque cuantitativo - cualitativo

**El Método de Investigación** que fue utilizado el método de inducción-deducción, La inducción es un modo de razonar que consiste en sacar de los hechos particulares una conclusión general. Es un razonamiento que analiza una porción del todo, que va de lo particular a lo general.

La deducción es un método de razonamiento que lleva a conclusiones partiendo de lo general, aceptado como válido, hacia aplicaciones particulares. Este método se inicia con el análisis de postulados, teoremas, leyes y principios de aplicación universal y mediante la deducción, el razonamiento y las suposiciones, entre otros, se comprueba su validez para aplicarlos en forma particular.

**La Técnica de Investigación** fue Documental - experimental

**El Tipo de Investigación** fue experimental donde las variables sociales tienen incidencia sobre trazo de la carretera y esta a su vez sobre la rentabilidad social del proyecto.

**El Diseño de Investigación** estuvo alineado de acuerdo a los dos análisis realizados:

- El primero estuvo orientado a demostrar la hipótesis "*Las carreteras generan desarrollo en los territorios que esta atraviesa*".
- El segundo a analizar "*La ruta que genera mayor impacto en los Territorios que esta atraviesa*", teniendo en cuenta variables multicriterio y no solo aquella relacionada con lograr eficiencias máximas en el diseño geométrico o la morfología del territorio.

**Los Instrumentos de recolección de datos** para el universo de esta investigación provinieron de variables del medio físico, por ende, ya que estas tienen cambios relativos en el tiempo, bastara el uso de información de carácter secundario para la presente investigación. No se consideraron instrumentos de recolección de datos.

**El Universo o Población objeto de estudio considerado** fue la totalidad de distritos del Perú (100% de distritos). Usados en dos etapas, en la primera se realizaron análisis sobre toda la muestra y en una segunda etapa se realizaron análisis sobre aquellos distritos dentro de las áreas de influencia de las siete carreteras de penetración seleccionadas

El concepto de **Técnicas de muestreo como tales** no fue aplicables en la primera etapa ya que se hizo uso del 100% del Universo, más en la segunda se seleccionaron los distritos dentro del área de influencia de cada una de las carreteras de penetración.

**La Unidad de análisis estadístico** es el distrito cuyas características son

- Es un espacio localizable y diferenciado.
- Todos los puntos del espacio geográfico se localizan en la superficie de la Tierra, definiéndose por sus coordenadas y por su altitud, pero también por su emplazamiento.
- Como espacio localizable, el espacio geográfico es cartografiable.
- Este espacio es asimismo un espacio diferenciado. Jamás un distrito es estrictamente igual a otro.

Los **Instrumentos de relevamiento de información**, estuvieron compuestos por distintas herramientas de software, a saber:

- Microsoft EXCEL
- Software SIG ArcMap v. 10.2
- Software SIG ArcScene v. 10.2
- Software SIG ArcCatalog v. 10.2
- Extension 3D Analyst Para ArcGIS v. 10.2
- Extension Spatial Analyst Para ArcGIS v. 10.2
- Extension Data Interoperability Para ArcGIS v. 10.2
- Google Earth



## 3.2. ZONAS DE ANÁLISIS Y EXPERIMENTACIÓN

### 3.2.1. Olmos-Corral Quemado-Rio Nieva

El tramo de carretera en estudio se ubica entre los departamentos de Lambayeque, Piura, Cajamarca y Amazonas, como se muestra en la FIGURA N° 9. Se inicia en la localidad de Olmos ubicada en el Km. 869 del sector Chiclayo - Piura de la Carretera Panamericana Norte y concluye en Nieva (Km. 371 + 500) que pertenece al Distrito de Yambrasbamba, Provincia de Bongará, Departamento de Amazonas.

En su recorrido atraviesa en el tramo Olmos – Corral Quemado a los centros poblados Hualapampa, Pucará y Chamaya . En el tramo Corral Quemado – Rio Nieva atraviesa por los siguiente centros poblados : El Salado, La Caldera, Magunchal, Pueblo Nuevo, Jazan, Pedro Ruiz, Suyubamba, la Carrera, El Chido, La Florida (Pomacochas), Shucayacu, Buenos Aires y la Esperanza. Los poblados importantes son: Pedro Ruiz capital del distrito de Jazán y Pomacochas.

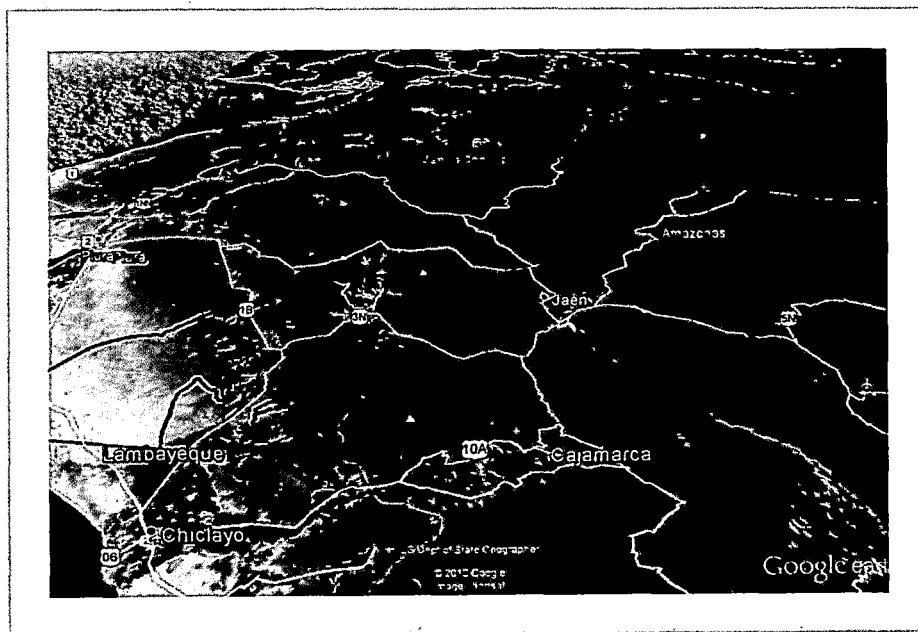


FIGURA N° 9 : Olmos Corral Quemado- Pte.Nieva  
Fuente : Elaboración Propia

### 3.2.2. Paita-Piura-Sullana-Pte. Macara

El tramo de carretera sujeto a investigación (FIGURA N° 10) se encuentra totalmente en los departamentos de Piura. Se inicia en Paita y cruza los centros poblados de Tambo Grande, Las Lomas, Suyu, La tina, terminando en el puente Internacional Puente Macara de 110 m. de longitud. La construcción de esta

carretera se enmarca en los acuerdos del Plan Binacional firmado entre Perú y Ecuador, después de la firma del Tratado de Paz del año 1998.



FIGURA N° 10 : Paita-Piura-Sullana-Pte. Macara  
Fuente : Elaboración Propia

### 3.2.3. Pisco-Ayacucho-San Francisco

La carretera de penetración Pisco- Ayacucho- San Francisco (FIGURA N° 11), denominada vía de Los Libertadores une el Puerto de Pisco en el departamento de Ica con la Ciudad de Ayacucho, capital del departamento del mismo nombre cruzando la parte sur del departamento de Huancavelica.

Tiene una longitud de 355 Kilómetros. Quedó asfaltada en su totalidad en el Tramo de Pisco- Ayacucho en los años 90. Conformar la ruta 28A de la red vial nacional.

En Ica pasa por los pueblos de Independencia, Humay y Huáncano; en Huancavelica por Huaytará y Rumichaca; y en Ayacucho por Niñobamba. Tiene prolongaciones, también asfaltadas, hasta la ciudad de Huanta y el histórico poblado de Quinua.

La carretera Ayacucho – San Francisco es la vía principal de ingreso al Vrae, y este asfaltado abre paso a un gran corredor económico que continúa, por un lado hacia el valle de la Convención en el Cusco y camino directo a la ciudadela de

Machu Picchu, y por otro lado, interconecta al corredor económico hacia el valle del río Ene y la provincia de Satipo en la región Junín.

La carretera Ayacucho- San Francisco de 176.30km de donde 23 km son asfaltados y 153.30 km afirmados, el MTC en Julio del 2010 aprobó asfaltar los más de 150km de tramo de carretera afirmada.

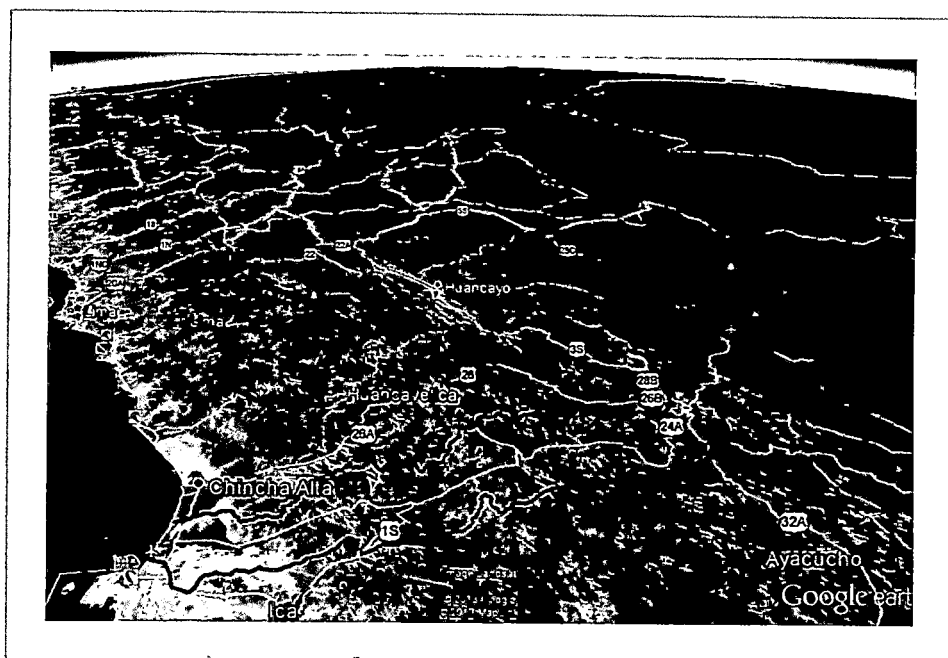


FIGURA N° 11' : Pisco–Ayacucho–San Francisco  
Fuente : Elaboración Propia

#### 3.2.4. Tarma-La Merced - Satipo

La carretera Tarma - La Merced – Satipo (FIGURA N° 12), está comprendida dentro de la Red Nacional Vial N° 020A y 005A, durante su recorrido atraviesa las provincias de Tarma (km 34+000), La Merced (km 107+400) y Satipo (km 230+400), comprendiendo una longitud total de 196.40 km.

Es una vía asfaltada, que va desde la sierra de Tarma (3,053 m.s.n.m.), descendiendo paulatinamente hasta ingresar a una geografía de plena vegetación y llegar a Satipo (631 m.s.n.m.), en la selva central.

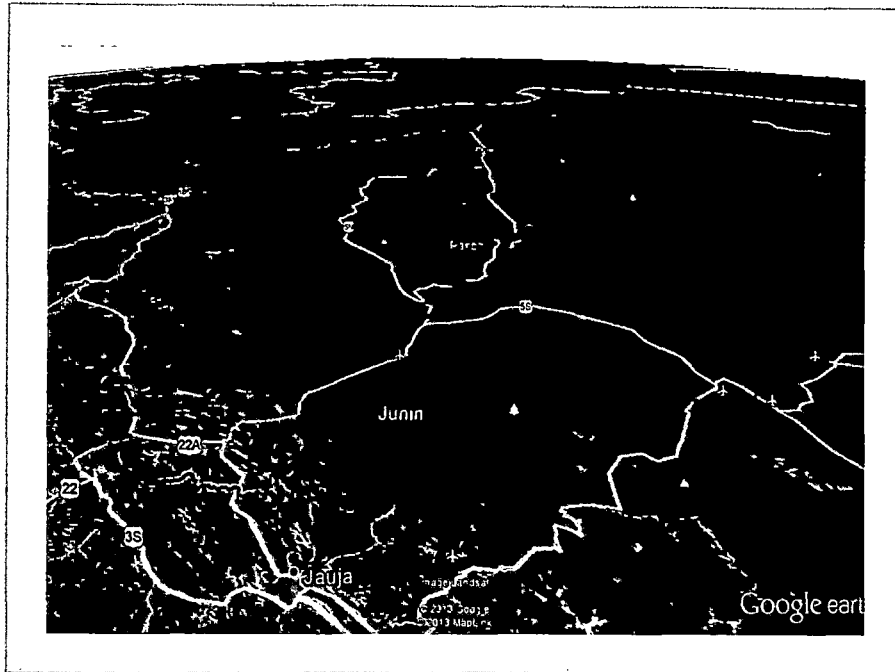


FIGURA N° 12 : Tarma – La Merced - Satipo  
Fuente : Elaboracion Propia

### 3.2.5. Ilo-Desaguadero

La red vial nacional Ilo – Desaguadero se inicia en el puerto marítimo de Ilo, provincia de Ilo, departamento de Moquegua, este puerto se encuentra a una altitud promedio de 15 m.s.n.m. y a  $17^{\circ} 38' 35''$  latitud sur y a  $71^{\circ} 20' 36''$  latitud oeste y termina en el estribo derecho del Puente Internacional Desaguadero, ubicado en la ciudad de Desaguadero, ubicado en la ciudad de Desaguadero, provincia de Chucuito, departamento de Puno, en esta ciudad se encuentra a una altitud promedio de 3,809 m.s.n.m., a  $16^{\circ} 36' 42''$  de latitud sur y a  $69^{\circ} 02' 20''$  de latitud oeste.

Estos departamentos se ubican en la parte sur del territorio peruano; teniendo como límites el Océano Pacífico al oeste y al país de Bolivia al este. (Ver FIGURA N° 13)

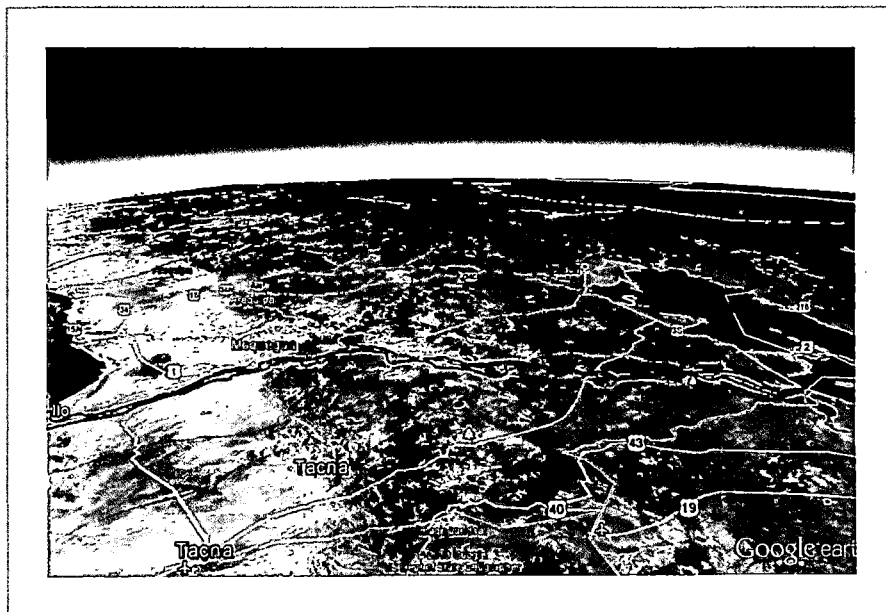


FIGURA N° 13 : Ilo - Desaguadero  
Fuente : Elaboracion Propia

### 3.2.6. Yura-Patahuasi-Santa Lucia

La carretera de penetración Yura – Patahuasi – Santa Lucía (FIGURA N° 14), forma parte de la Interconexión Vial Iñapari-Puerto Marítimo del Sur ó Corredor Vial Interoceánico Sur, Perú-Brasil (CVIS)-Tramo N° 5, cruzando los departamentos de Arequipa Y Puno



FIGURA N° 14 : Panorámica Yura – Patahuasi – Santa Lucia  
Fuente : Elaboracion Propia

### 3.2.7. Cañete-Lunahuana-Chupaca

#### Área de Influencia Directa

Está conformada por las áreas con sinergias directas en su medio físico, biótico y social, durante la ejecución y operación del proyecto de carretera. El AID se basa en los distritos cuya jurisdicción cruza la vía, teniendo en cuenta además los siguientes aspectos:

- Las áreas expuestas a impactos por la ejecución de obras e instalaciones auxiliares.
- Las áreas naturales protegidas.
- Las áreas de patrimonio cultural colindante o atravesadas por la vía.
- Los predios (viviendas, tierras y otros) que pueden ser afectados o beneficiados por las obras relacionadas al proyecto de infraestructura.
- Las microcuencas que son atravesadas por la vía.
- Los ecosistemas críticos atravesados o colindantes con la vía.

#### Área de Influencia Indirecta

De acuerdo con los lineamientos para la elaboración de los términos de referencia de los estudios de impacto ambiental para proyectos de infraestructura vial (MTC, 2007), el AII está compuesta por aquellas zonas donde se experimentarán impactos, negativos o positivos por efecto de determinadas dinámicas sociales, económicas, políticas y culturales que confluyen o son provocadas por el uso que se le dé a la obra luego de concluido el proyecto.

El establecimiento del AII se ha basado en los siguientes criterios:

- Los distritos que se encuentran conectados con la vía a través de una carretera, camino secundario o ramal.
- Las cuencas o microcuencas que son cruzadas por las vías de acceso secundarias.

Se han identificado 38 distritos dentro del área de influencia pertenecientes a las provincias de Cañete, Yauyos, Concepción, Jauja y Chupaca.(Tabla 6)

La FIGURA N°15 muestra la ubicación y distribución de los Distritos comprendidos dentro del Área de Influencia.

Tabla 6 Distritos ubicados en el Ámbito de Estudio

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	AREA (Has)
LIMA	CAÑETE	SAN VICENTE DE CAÑETE	51,878.36
		IMPERIAL	5,246.50
		LUNAHUANA	49,422.35
		NUEVO IMPERIAL	32,020.46
		PACARAN	24,035.64
		ZUQIGA	12,952.41
	YAUYOS	YAUYOS	33,152.20
		ALIS	14,072.05
		AYAUCA	51,879.79
		AZANGARO	7,753.05
		CACRA	21,189.89
		CARANIA	12,152.94
		CATAHUASI	12,631.10
		CHOCOS	21,130.76
		COLONIA	34,538.36
		HONGOS	12,148.07
		HUANCAYA	27,870.34
		HUANGASCAR	4,974.76
		HUANTAN	51,174.52
		LARAOS	41,111.61
		LINCHA	21,699.75
		MADEAN	20,786.29
		MIRAFLORES	20,215.91
		PUTINZA	6,067.41
		TANTA	34,321.80
		TOMAS	29,340.38
		TUPE	29,079.26
VIQAC	15,741.03		
VITIS	10,436.60		
JUNIN	CONCEPCION	CHAMBARA	10,001.31
		SAN JOSE DE QUERO	31,164.80
	JAUJA	CANCHAYLO	94,482.88
		SINCOS	23,240.95
	CHUPACA	CHUPACA	2,291.82
		AHUAC	7,220.98
		HUACHAC	1,979.50
		SAN JUAN DE JARPA	12,825.76
		YANACANCHA	76,139.33
		TOTAL	968,371.41

Fuente: Elaboración propia

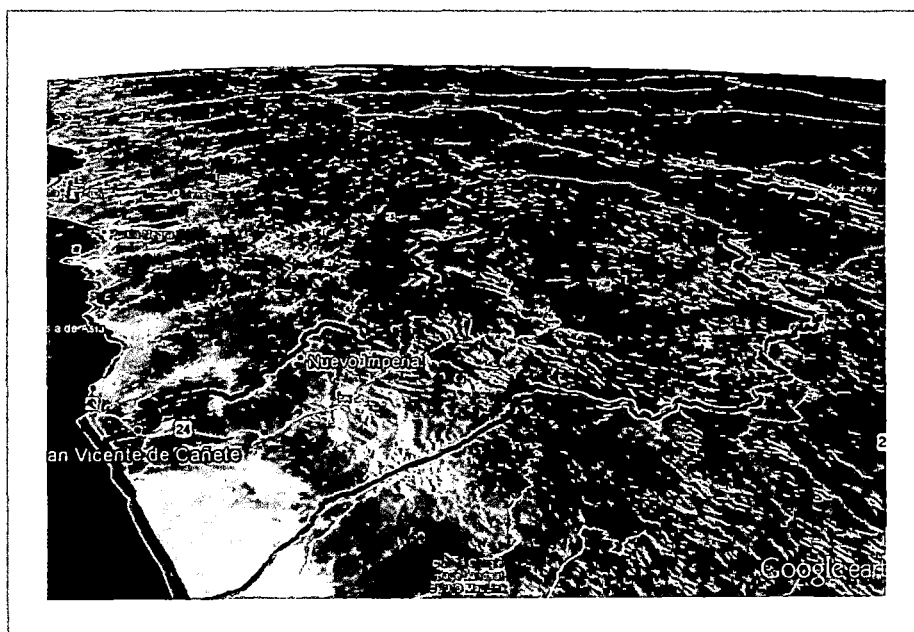


FIGURA N° 15 : Panorámica Cañete – Lunahuana - Chupaca  
Fuente : Elaboración Propia

## DEMOGRAFÍA DE LA ZONA

La población que corresponde al área de influencia total del proyecto, está definida en su conjunto por treinta y ocho distritos (FIGURA N° 16); de los cuales nueve pertenecen al departamento de Junín, y los veintinueve restantes al departamento de Lima. La población total del área de influencia es de ciento ochenta y cinco mil seiscientos cincuenta y nueve habitantes según Censo Nacional 2007.

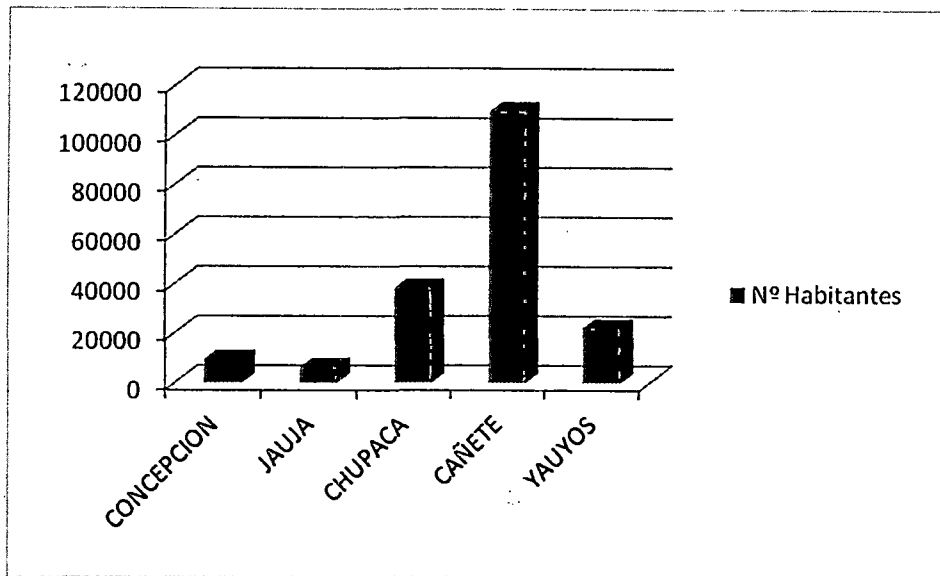


FIGURA N° 16 : Población del Área de Influencia por provincias  
Fuente : Elaboración propia

La población es el principal agente dinamizador de procesos de afectación y explotación de los recursos naturales.

Respecto a la población urbana y rural, los distritos de San Vicente de Cañete y Chupaca contienen la mayor población urbana, asimismo los distritos de Imperial y San Vicente de Cañete contienen la mayor población rural dentro del área de influencia. También se puede apreciar que en toda la provincia de Yauyos se cuenta con menor cantidad de población urbana y rural.

La mayor población en edad de trabajar y económicamente activa se encuentra en los distritos de San Vicente de Cañete, Imperial, Nuevo Imperial y Chupaca.



### 3.3 ORGANIZACIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO

Basado en el marco institucional descrito en el capítulo anterior y teniendo en cuenta la amplitud del área de trabajo considerada por las 7 carreteras de penetración. Se organizaron 7 grupos de trabajo entre los alumnos participantes del Curso de Titulación extraordinaria del periodo 2011-I.

Cada grupo de trabajo con la misión de recopilar de campo y validar la información secundaria recopilada, desde cada una de los corredores que conforman cada una de las 7 carreteras de penetración consideradas en la investigación. Se adjunta a continuación la Tabla 7, con la conformación de equipos de trabajo con un total de 38 alumnos que fueron parte del equipo de trabajo.

Tabla 7 Tabla de conformación de equipos de trabajo

Grupo	Integrante del Grupo		A-2		A	A	A	
	Carretera	Medio	Físico - A	Físico - B	Biótico	Socio - económico	Paisajista	Asesores <sup>1</sup>
G-1	Olmos - Corral Quemado - Rb Nieva		ALCANTARA AQUINO , DANIEL DAVID	GUERRA ALVARADO , FERNANDO NÉSTOR	TRIGOSO FRANCIA, CLAUDIA	MILLA FIGUEROA , LUÍS ANTONIO	RAMOS ARMAS , LUIS MIGUEL	Mercedes Rodríguez
G-2	Paita - Piura - Sullana - Pte. Macará		CORDOVA SANCHEZ, JACKELINE	VILLANUEVA OPORTO, JORGE LEO SEBASTIÁN	SOTO GOMEZ, LIPTON NINO	GOMEZ SAPALLANAY, FRANKLIN RAÚL	GUILLERMO CERNA , DAVID	Gonzalo Brazzini
G-3	Cañete - Lunahuana - Chupaca		ZAMORA ALBUJAR , ELIPIO GUIDO	KANASHIRO SHIMABUKURO , ELIZABERH AKEMI	ANASTACIO VALENZUELA , JOSE ALBERTO	SARMIENTO MEJIA , RICHARD EDUARDO	PECHE BECERRA , CECILIA VERÓNKA	Rosa Altamirano
G-4	Pisco - Ayacucho - San Francisco		FLORES LAU , DAVID RICARDO	CANDIOTTI MARTINEZ , OMAR	JAJME LIZARRAGA, MARTÍN FRANCISC	ARIAS DEXTRE, ANA BERTHA	VILLAVICENCIO CHUCHON , AMADOR MISAEL	Edwin Apolinario
G-5	Tarma - La Merced - Satipo		COLQUE GOMEZ , JULIO CESAR	LOPEZ AURORA, JEFFREEN SALOMON	GUTIERREZ ALLCARIMA, RAMIRO	TORRES RODRIGUEZ , MAGALY GRISELDA	QUISPE ALVARADO , RONALD CRISTIAN	Leonardo Flores
G-6	Ilo - Desaguadero		ARTEAGA CARO, WALTER	FERRER CASTILLO , ABELARDO ENRIQUE	ARANA RUIZ , JONEL	MUÑOZ3 LAZARO, NILTON JAIME	ROQUE CUYA, CARLOS ANTONIO	Jorge Uribe
G-7	Yura - Patahuasi - Santa Lucía		GONZALES SOLORZANO, JHON GREGORIO	HUIZA PALOMINO, EDDER	PAREDES CANO , LUÍS ERNESTO	TITO CHIRI, JAIME JULIAN	TORRES ROMÁN , JHON OSWALDO	Alberto Ramirez E.
	<b>Especialistas<sup>2</sup></b>		D. Romero D. // W. Gutiérrez L.					
	<b>6to. Integrante</b>	G-1: QUISPE COTRINA, ABEL TUPAC			G-4: ESPINOZA HERRERA, MARCO ANTONIO		G-6: RAMOS QUISPE , MICHAEL	

Fuente : TdR Curso de Titulación 2011 - I

### 3.4 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO GENERAL

La FIGURA N° 16 muestra el proceso general. Tanto la información vectorial como raster recolectada para esta investigación es de libre acceso por parte del público en general, ya sea mediante procedimientos de descarga a través de las páginas web respectivas, así como también mediante su adquisición directa a través del pago de las tasas respectivas. Por lo cual es posible su replicación sobre cualquier parte del territorio nacional.

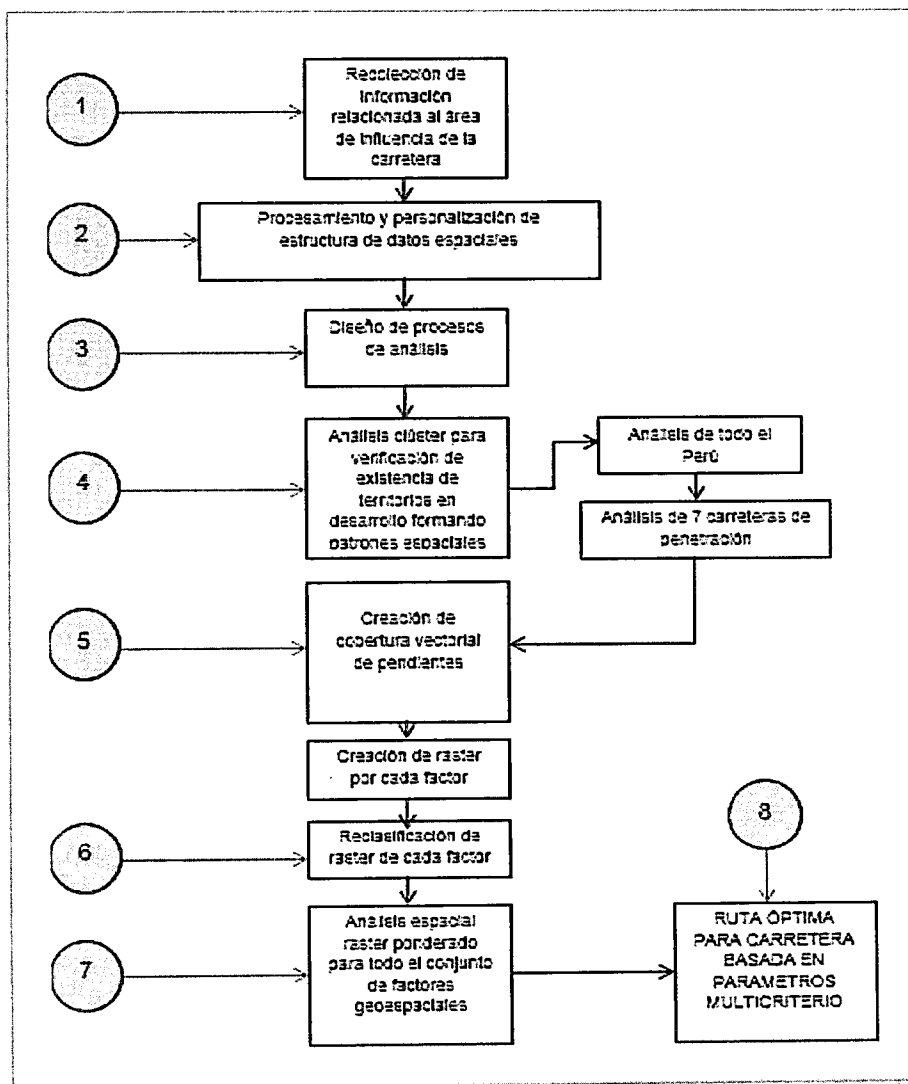


FIGURA N° 16 : Diagrama de procesos  
Fuente : Elaboración propia

### 3.4.1. Recolección de información primaria y secundaria

#### Información primaria

Relacionada con la consulta de Tesis de Doctorado relacionadas con los temas analizados en esta investigación.

#### Información secundaria

Relacionada con información espacial vectorial y raster:

Tabla 8 Data espacial y fuente

Item	Descripción	Fuente
1	Límites departamentales a nivel nacional en formato vectorial	GEOSERVIDOR MINAM (MINISTERIO DEL AMBIENTE)
2	Límites provinciales a nivel nacional en formato vectorial	GEOSERVIDOR MINAM (MINISTERIO DEL AMBIENTE)
3	Límites distritales a nivel nacional en formato vectorial	GEOSERVIDOR MINAM (MINISTERIO DEL AMBIENTE)
4	Centros Poblados a nivel nacional	INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
5	Red hídrica a nivel nacional en formato vectorial	INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
6	Red vial a nivel nacional en formato vectorial	MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
7	Topografía en formato DEM (30 M resolución geométrica) para el Área de Influencia de la Carretera Cañete – Chupaca	GEOSERVIDOR MINAM (MINISTERIO DEL AMBIENTE)
8	Capacidad de Uso Mayor de Tierras a nivel nacional en formato vectorial	DIRECCION GENERAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE (EX INRENA)
9	Mapa Geológico a nivel Nacional en formato vectorial	INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO(INGEMMET)

Fuente : Elaboracion propia

### **3.4.2. Procesamiento de información vectorial y raster**

La información recolectada debe ser procesada con el fin de personalizarla y de esta forma sirva de insumo válido para los procesos de análisis de esta investigación.

Las coberturas vectoriales y raster son entidades digitales a ser usadas como insumos en el Software ArcGIS v 10.2, a ser utilizada en esta investigación.

Al tener cada cobertura vectorial un componente gráfico y otro componente alfanumérico

### **3.4.3. Diseño de procesos de Análisis**

Orientado a delinear los procedimientos analíticos que permitan la evaluación fáctica de la tesis propuesta

### **3.4.4. Análisis clúster Índice de Desarrollo Humano**

Orientado a validar la premisa de la existencia de desarrollo longitudinal a la infraestructura vial existente.

### **3.4.5. Análisis clúster 7 carreteras de penetración**

Orientado a analizar la distribución espacial de IDH, en cada uno de los distritos dentro del área de influencia de la carretera Cañete – Chupaca. Validando la existencia de un patrón de desarrollo relacionado a la existencia de cada carretera per se.

### **3.4.6. Análisis y Calculo de ruta optima Cañete - Chupaca**

Orientado validar un procedimiento práctico y accesible que permita bosquejar y definir un trazo óptimo basado en variables relacionadas a la topografía, geología, clima, sismicidad (riesgos), atractivos paisajísticos, factores económicos, factores relacionados a la fauna y flora (medio ambientales)

- **Calculo de Cobertura vectorial de pendientes**  
Basado en del Digital Elevation Model (DEM), del área de influencia de la carretera Cañete – Chupaca.
- **Reclasificación raster de pendientes**  
Orientado a dar una cualificación normalizada relacionada a la óptima pendiente relacionada al trazo de la carretera.
- **Análisis espacial raster ponderado**
- **Generación de ruta optima basada en parámetros multicriterio**

## **CAPÍTULO IV APLICACIÓN A CARRETERA CAÑETE-LUNAHUANA- CHUPACA**

En este capítulo, se resumen la totalidad de procesos de análisis desarrollados a lo largo de esta investigación. Básicamente tiene dos partes, la primera dedicada a validar la correlación entre desarrollo y presencia de infraestructura carretera (Hipótesis), teniendo como escenario estadístico (población), a la totalidad del territorio nacional, identificando espacios que han sido favorecidos en su desarrollo de forma particular, por la existencia de la Infraestructura carretera. .

La segunda parte tiene los contenidos dedicados a analizar y diagnosticar de forma particular del desarrollo correlacionado a la infraestructura vial, de las áreas de influencia de las 7 carreteras de penetración seleccionadas para esta investigación y de esta forma inferir las variables dependientes pertinentes al modelo final del trazo carretero.

Los enfoques de análisis, técnicas y herramientas utilizadas en este proceso de análisis, son en su mayoría provenientes del enfoque de análisis espacial, ya descrito en el Capítulo II, dedicado a la presentación de los fundamentos teóricos de esta investigación.

La variable dependiente utilizada en todos los casos de la primera parte del análisis ha sido el Índice de Desarrollo Humano (IDH Resultados 2010), el cual agrupa aspectos de salud, educación y economía y que actualmente es reconocido a nivel mundial como un Índice válido para evaluar el nivel de desarrollo en un grupo humano.

La conurbación Lima Provincia y Callao, por las altas concentraciones de densidad poblacional que presenta en su conjunto, provee valores atípicos al proceso de análisis con respecto al promedio del resto del país, razón por la cual, estos valores fueron descartados en el proceso de análisis que se realizó posteriormente.

### **4.1 EXPLORACIÓN PRELIMINAR DE DATOS A ESCALA NACIONAL**

#### **4.1.1. Objetivo**

Definir la incidencia de la sub muestra de la Conurbación Lima-Callao, en la caracterización de la muestra nacional a ser utilizada para la el análisis de clúster en el país.

#### 4.1.2. Muestra

La totalidad de la población de distritos del Perú (1,834)

#### 4.1.3. Herramienta utilizada

STATGRAPHICS Centurión XV v. 15.1.02

#### 4.1.4. Productos de procesos de Análisis

La TABLA 9 muestra las estadísticas para IDH calculadas. Incluye mediciones de tendencia central, medidas de variabilidad y mediciones de forma. De interés particular es la *asimetría estándar* y la *kurtosis*, que son usadas para determinar si la muestra posee una distribución normal, valores fuera del rango +2 o -2 indican deformaciones significativas de la normalidad estadística de la muestra, la cual tiende a invalidar cualquier prueba que contenga a la desviación estándar.

Tabla 9 Estadísticas IDH

Cantidad	1,834
Promedio	0.57455
Desviacion Standard	0.0455612
Coef. de variacion	7.92989%
Minimo	0.439672
Maximo	0.758976
Rango	0.319304
Asimetría estandar	10.2665
Curtosis	5.59696

Fuente Elaboración propia

En este caso en particular, el valor de la *asimetría estándar* no está dentro del rango esperado para datos que poseen distribución normal. Asimismo el valor de la *Curtosis* tampoco está dentro del rango esperado para datos que poseen distribución normal.

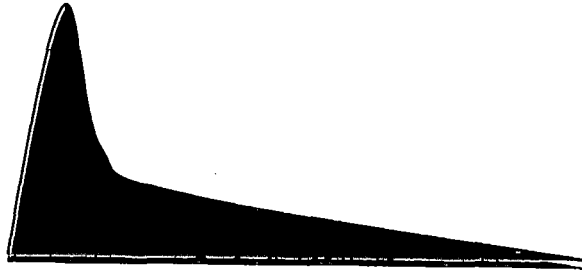


FIGURA N° 17 : Curtosis de IDH a nivel nacional  
 Fuente : Elaboracion propia

Básicamente estamos hablando de una campana gaussiana con la cresta (moda), bastante distante del valor de la media y a su vez esta cresta es bastante pronunciada (valores bastante altos comparados con el resto de la población - Figura N° 17).

Tabla 10 Resumen de Estadísticas para IDH sin Lima-Callao

Cantidad	1785
Promedio	0.571768
Desviación estándar	0.042029
Coefficiente de Variación	7.35072%
Minimo	0.439672
Maximo	0.748329
Rango	0.308657
Asimetría estandard	5.7927
Curtosis	0.874798

Elaboración propia

En este segundo escenario de la muestra, en donde han sido suprimidos los valores de IDH correspondientes a los distritos de la conurbación urbana Lima-Callao, el valor de la *asimetría estándar* aún no está dentro del rango esperado para datos que poseen distribución normal (Tabla 10), pero el valor de la *Curtosis* si lo está.

Se trata de una campana gaussiana con la cresta (moda), cercana al valor de la media y a su vez esta cresta es bastante pronunciada (valores bastante altos comparados con el resto de la población (Figura N° 18).



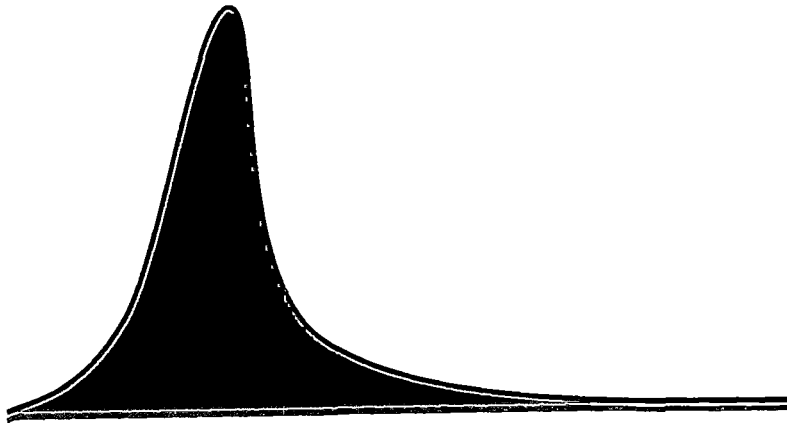


FIGURA N° 18 : Curtosis de IDH muestra modificada  
Fuente : Elaboracion propia

### Resultados

- La muestra que incluye a los valores de IDH provenientes de la conurbación Lima Callao, inciden negativamente en la caracterización de la muestra.
- Con la supresión de distritos correspondientes a Lima-Callao Provincias, hemos estandarizado aquellos con altos valores de IDH que se constituyen como valores atípicos en la muestra.

## 4.2 DISTRIBUCIÓN DE ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO (IDH)

### 4.2.1. Objetivo

Identificar los patrones de distribución de valores nominales de IDH 2010 en el territorio nacional

### 4.2.2. Muestra

La muestra analizada lo constituyeron los 1,785 distritos del Perú (toda la Población menos Lima provincia y Callao)

### 4.2.3. Herramienta utilizada

Software ArcGIS v.10.1, y la herramienta *Unique Values*, la cual aplicamos al total de elementos distritales (FIGURA N° 19), sobre la variable Índice de Desarrollo Humano (IDH).

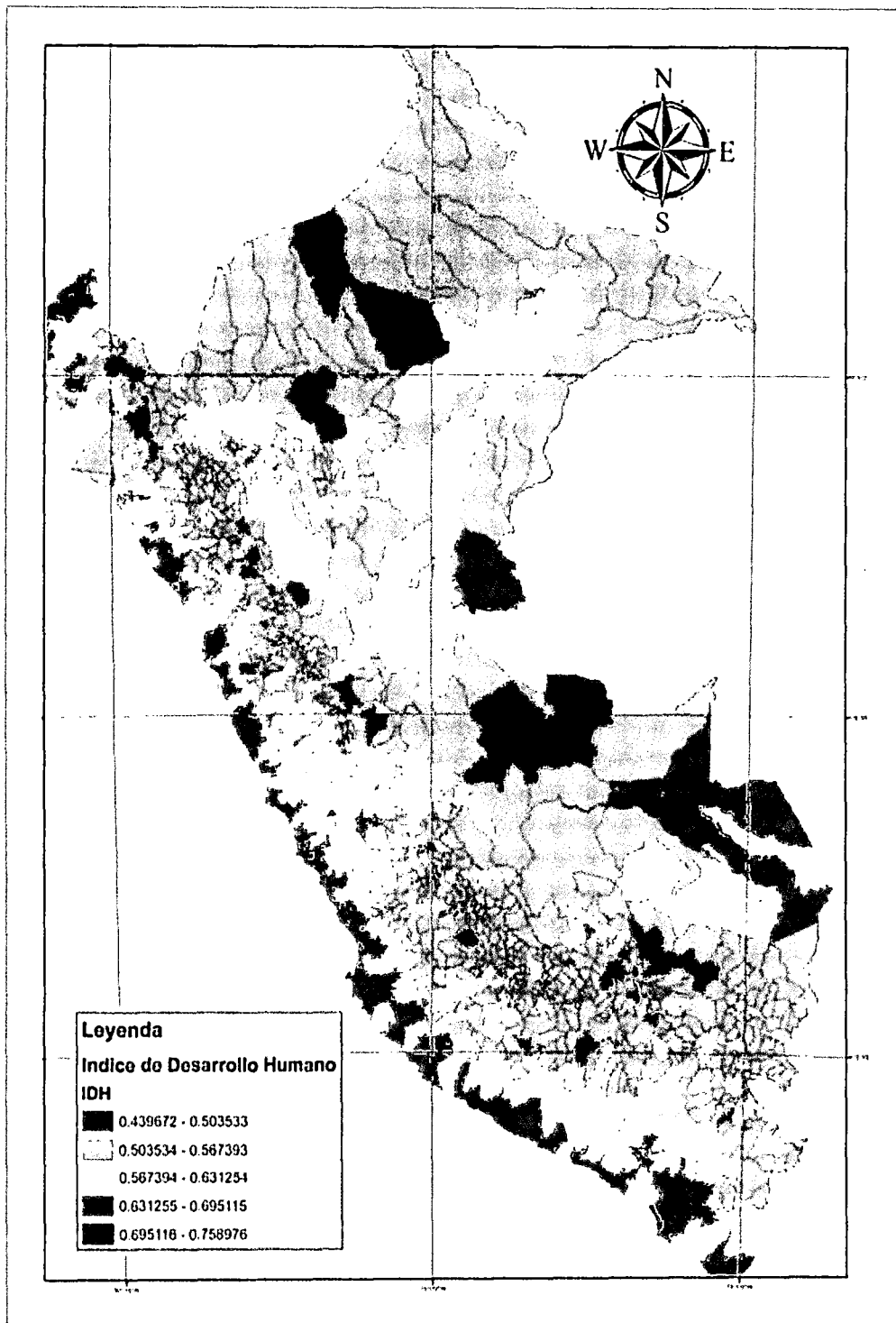


FIGURA Nº 19 : Distribución de valores de IDH por distritos  
Fuente: Elaboración propia

Los rangos (FIGURA N° 20), han sido definidos por el software ArcGIS de forma automática, teniendo en cuenta intervalos de igual dimensión de los valores de IDH.

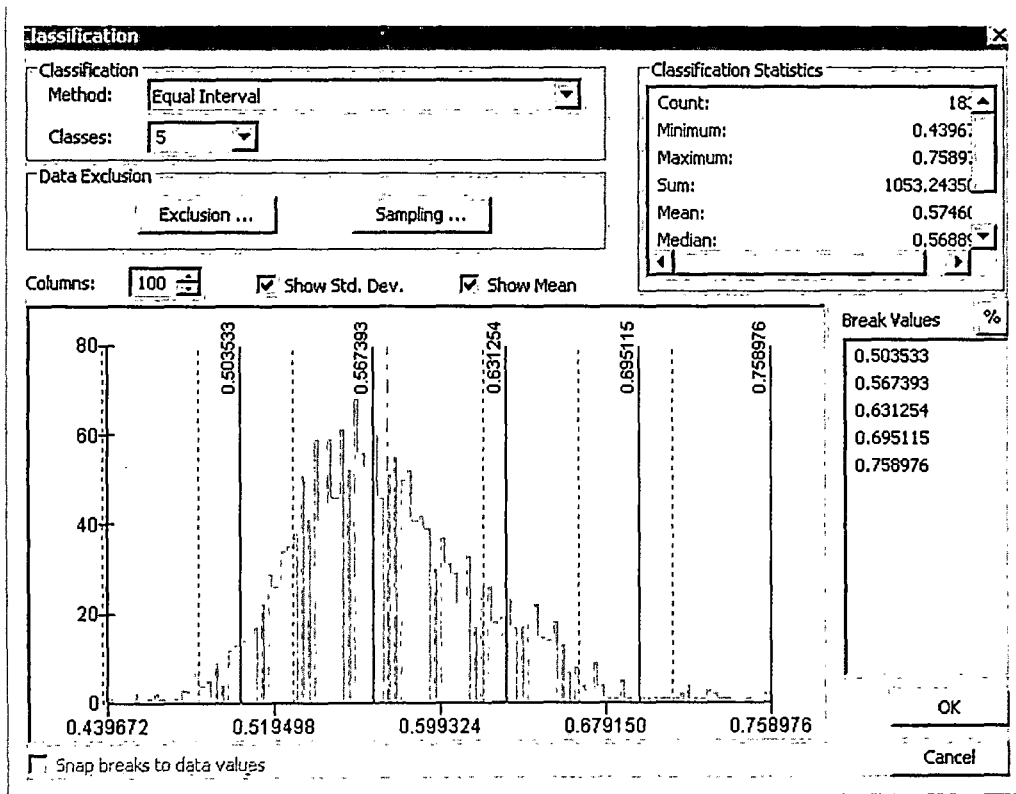


FIGURA N° 20 : Resultados de IDH  
 Fuente : Elaboración propia

#### 4.2.4. El caso de Lima provincia y sus distritos

Lima Provincia al contener a los distritos de mayor población urbana concentrada, constituye un caso atípico en el tema de valores del indicador IDH con respecto a la media Nacional. Por lo cual amerita un análisis particular.

#### 4.2.5. Resultados

- ✓ Se han formado 5 clases de igual dimensión de intervalo, las cuales definen 5 grados de incidencia del indicador IDH.
- ✓ Es clara la presencia de IDH altos a lo largo de toda la zona costera para el primer rango (0.70 a 0.76 considerando redondeos al centésimo), así como también casos aislados en Madre de Dios y Loreto.

- ✓ Un segundo rango de interés los constituyen los valores más bajos de desarrollo humano, situados básicamente en la Sierra Sur y la Selva Norte.
- ✓ Si bien es posible observar la formación de patrones alrededor de las dos zonas antes descritas, no es posible definir de forma clara los límites que estas agrupaciones define en el territorio. Para ello, haremos uso de las herramientas adecuadas para este propósito en el análisis siguiente.

### 4.3 AUTO CORRELACIÓN ESPACIAL

#### 4.3.1. Objetivo

Establecer la probabilidad de existencia de agrupaciones de distritos con índices de IDH correlacionados

#### 4.3.2. Muestra analizada:

La muestra analizada lo constituyeron los 1,785 distritos del Perú (toda la Población menos Lima provincia y Callao), a la cual se le ha construido una estructura de valores de atributos de la siguiente manera (FIGURA Nº 21) :

Field	Value
NOMBDEP	CUSCO
DCTO	LEY
FECHA	02/01/1857
NOM_CAP	ECHARATE
AREA_MINAM	2129479.53
UBIGEO	080902
DISTRITO	Echarate
habitantes	42676
ranking	123
IDH	0.564296
%	85.461521
ranking3	1090
%1	73.963201
ranking4	1674
%2	81.628748
ranking5	1346
N#S#_mes	193,868152
ranking6	887
BAS_LIM_DISTritos.Area_Hecta	2129479.53462
BAS_LIM_DISTritos.Den_Hab	0.020041
BAS_LIM_DISTritos.Den_Km2	2.004058
BAS_LIM_DISTritos.Area_Km2	21294.795346

FIGURA Nº 21 : Tabla de Atributos  
 Fuente : Elaboración propia

### 4.3.3. Herramienta utilizada

Software ArcGIS v.10.2, y la herramienta **Spatial Autocorrelation (Morans I)**, la cual aplicamos al total de elementos distritales, sobre la variable Índice de Desarrollo Humano (IDH).

### 4.3.4. Resultados obtenidos

#### Índices “p” y “z”

Los mismos definen la existencia de “agrupaciones”. Se obtuvo un Índice Moran de 0.702130, un valor de z de 161.621167 y uno de p de 0.000000 (FIGURA Nº 22)

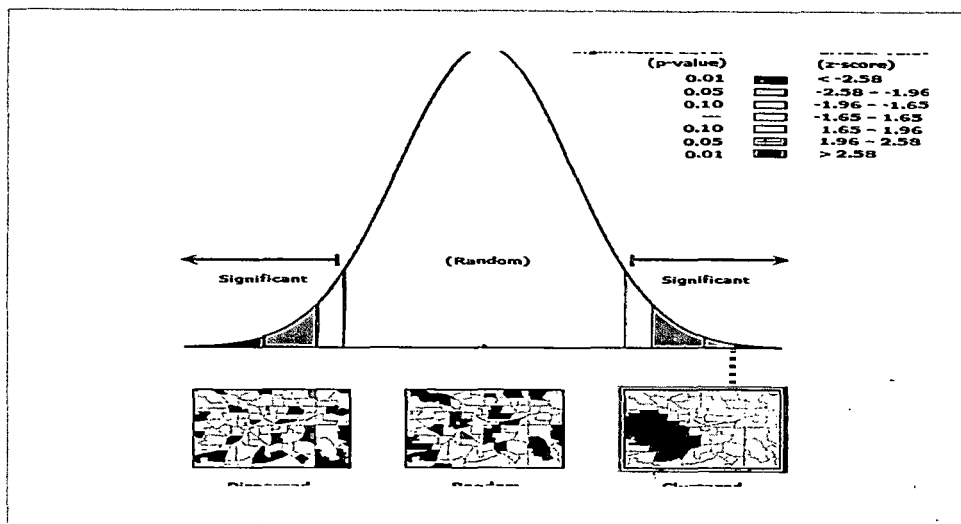


FIGURA Nº 22 : Campana Gaussiana dispersión Moran I  
 Fuente : Elaboración propia

Tabla 11 Resumen con Moran I

Moran's Index:	0.702130
Expected Index:	-0.000546
Variance:	0.000019
z-score:	161.621167
p-value:	0.000000

Fuente : Elaboración propia

Tabla 12 Indicadores estadísticos resumen

<b>Input Feature Class:</b>	PRESENCIA CLUSTER EN IDH
<b>Input Field:</b>	ANALISIS_PUR_IDH
<b>Conceptualization:</b>	INVERSE_DISTANCE
<b>Distance Method:</b>	EUCLIDEAN
<b>Row Standardization:</b>	False
<b>Distance Threshold:</b>	121443.309062 Meters
<b>Weights Matrix File:</b>	None
<b>Selection Set:</b>	False

Fuentes: Elaboración propia

#### 4.3.5. Resultados

- ✓ Al haber obtenido un valor de Z de 161.62 >> 0, se infiere un alto grado de correlación con una probabilidad de aleatoriedad dada por el valor de  $p=0.01$  (obtenido de la FIGURA N° 21).
- ✓ Mediante la aplicación del Análisis de Correlación Espacial se infiere que existe un sólido grupo de distritos que están agrupados (forman clústers), debido a la fortaleza de la correlación espacial existente entre los valores de su Índice de Desarrollo Humano. Existe menos del 1% de probabilidad que estos agrupamientos sean producto de un proceso aleatorio.
- ✓ Los análisis realizados aseguran la existencia de agrupamientos con una considerable probabilidad ser el resultado de procesos de origen social o económico.
- ✓ En los análisis siguientes se modelaran las posiciones geográficas de los agrupamientos ya validados en este acápite.

## 4.4. ANÁLISIS DE PRESENCIA DE “HOT SPOTS”

### 4.4.1. Objetivo

Identificar los espacios geográficos en los cuales se localizan los agrupamientos de distritos correlacionados mediante el Índice de Desarrollo Humano.

### 4.4.2. Muestra

La muestra analizada lo constituyeron los 1,834 distritos del Perú (toda la Población)

### 4.4.3. Herramienta utilizada

Software ArcGIS v.10.2, y la herramienta **Hot Spot Analysis (Getis – Ord Gi\*)**, en Mapping Clusters, Spatial Statistics Tools , la cual aplicamos al total de elementos distritales, sobre la variable Índice de Desarrollo Humano(IDH).

En el mismo se aplica el análisis clúster Moran I, pero esta vez los resultado son mapeados según las unidades geográficas que son base de la presente investigación (distritos).



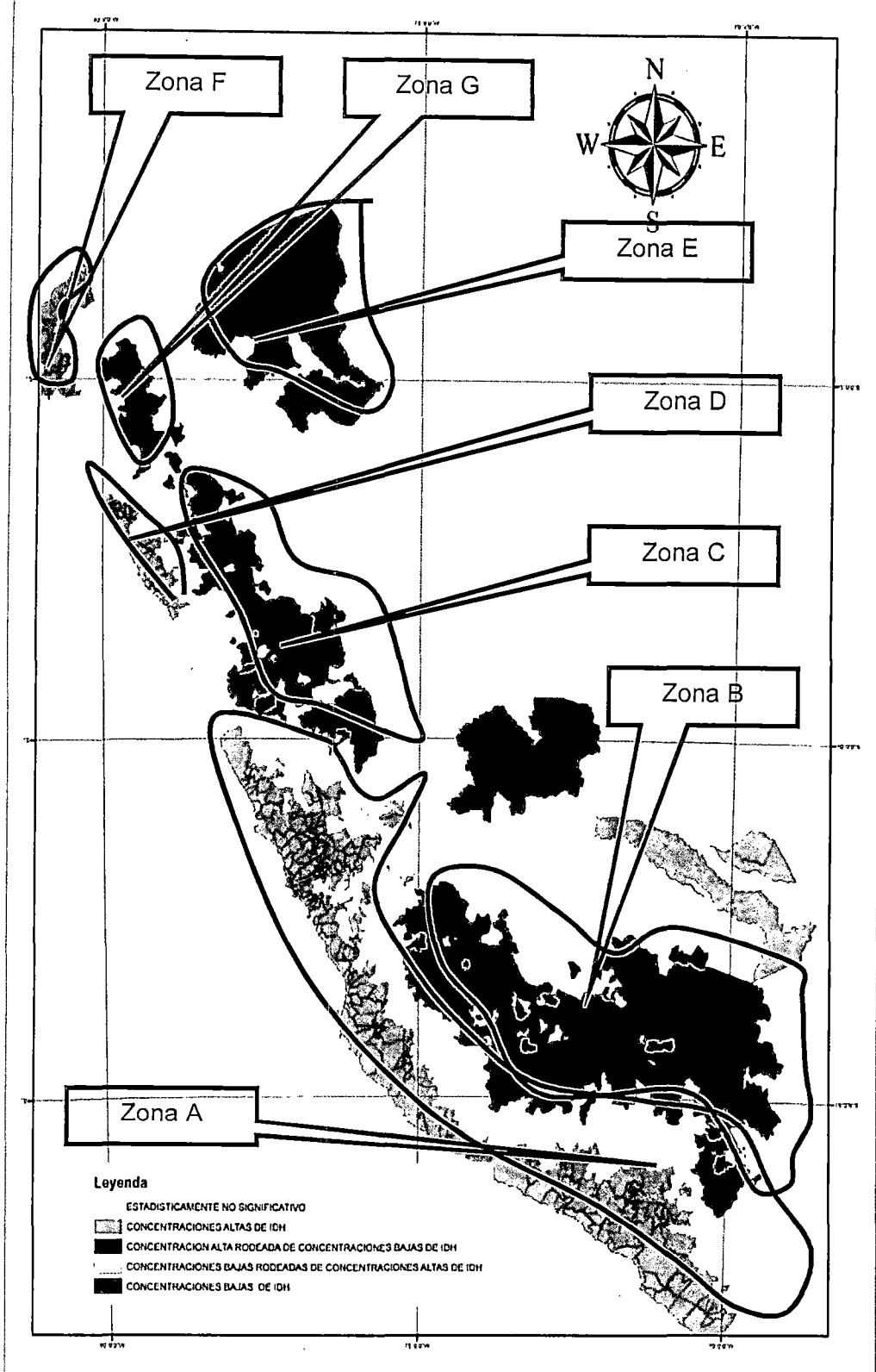


FIGURA N° 23 : Zonas de Interés generadas  
Fuente : Elaboración propia

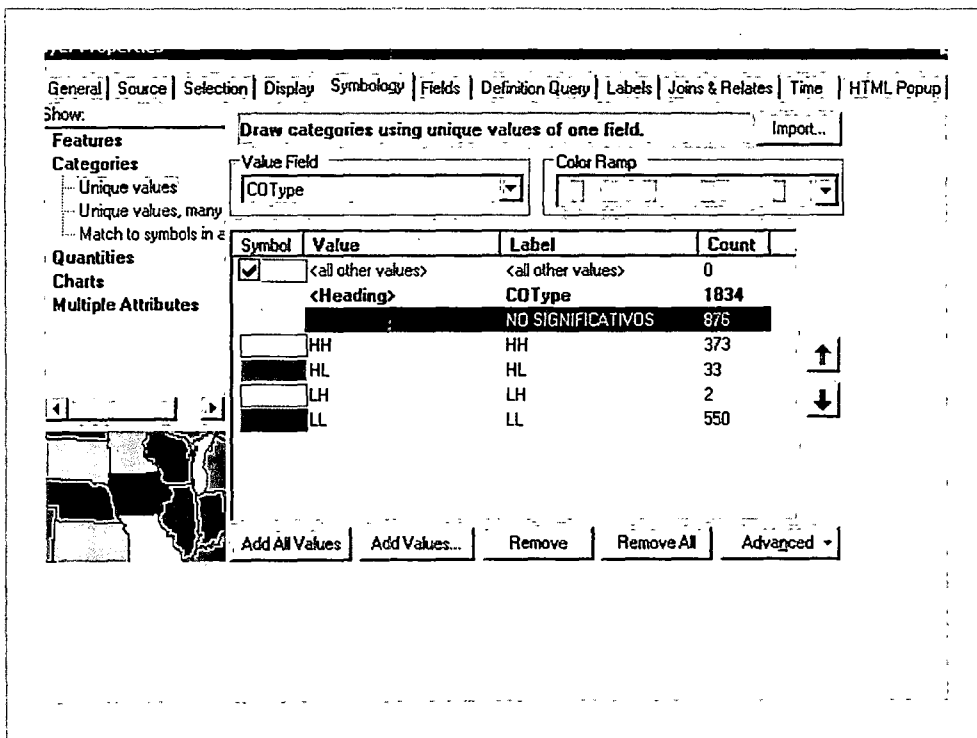


FIGURA N° 24 : Tabla de Frecuencias por Clase IDH  
 Fuente : Elaboración propia

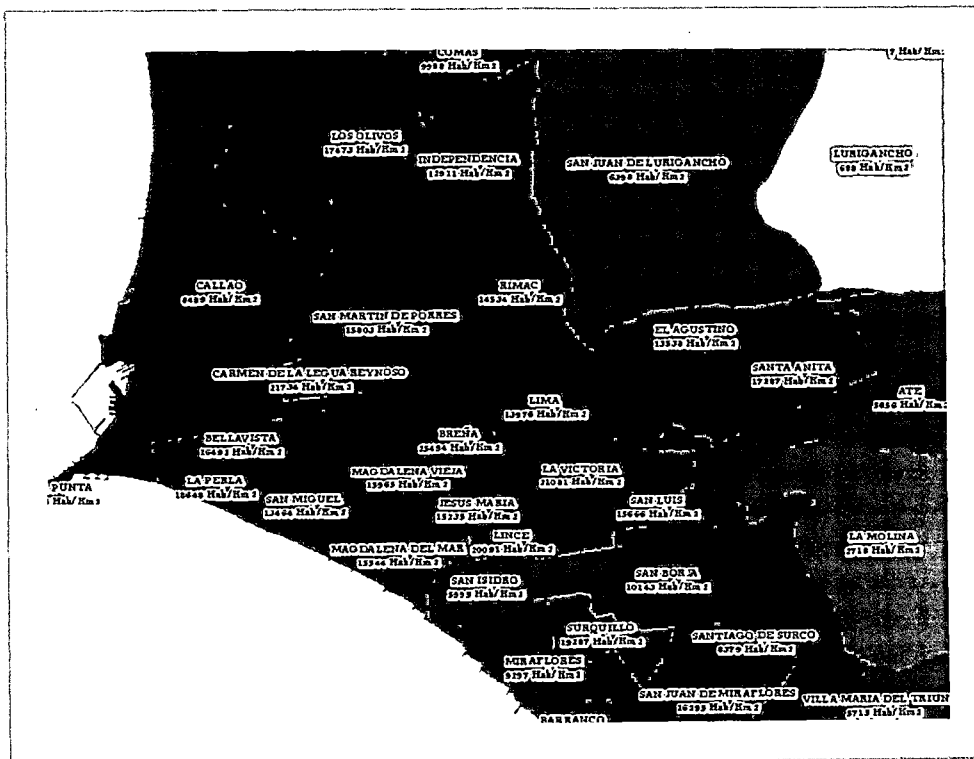


FIGURA N° 25 : Distribución de Densidad Poblacional  
 Fuente : Elaboración propia

#### 4.4.4. Resultados

Los clúster o agrupamientos generados (FIGURA N° 25), muestran la estrecha relación entre los distritos cuyo comportamiento para generar IDH, es producto de procesos en común ya sean de origen social o económico. Todos estos agrupamientos se comportan como una unidad.

En el análisis anterior, se observaron inicialmente IDH de alto valor nominal paralelo a la zona costera, abarcando una franja paralela de un ancho de relativa significancia, pero al analizar más profundamente los agrupamientos, son bastantes consistentes hasta casi cubrir al departamento que pertenecen.

Los resultados son mostrados en 4 clases estadísticas:

#### **DISTRITOS CON IDH DE CLUSTER ESTADISTICAMENTE NO SIGNIFICATIVOS**

Los distritos en este rango, poseen valores nominales de IDH de forma aleatoria. No formando patrones de distribución ni presencia en los espacios territoriales. No existen procesos económicos ni sociales que los vinculen de alguna forma.

#### **CONCENTRACIONES ALTAS DE IDH (HH)**

Los distritos con altos valores nominales de IDH forman agrupaciones con una probabilidad menor al 1% que sean producto de un proceso al azar. Los distritos en estas agrupaciones generan sinergias que las hacen actuar en forma conjunta, como una sola unidad. Existen procesos en el campo social y económico que están generando esta acción dinámica conjunta.

#### **DISTRITOS CON CONCENTRACIONES ALTAS DE IDH RODEADA DE DISTRITOS DE BAJO IDH (HL)**

Existen un patrón de distritos con IDH bajo que rodean a uno o varios distritos de IDH alto, es muy probable que las condiciones sociales o económicas en este distrito privilegiado sean únicas, como por ejemplo la existencia de una mina, que rompan la homogeneidad de las condiciones que propiciaron el bajo índice de desarrollo.

#### **CONCENTRACIONES BAJAS RODEADAS DE ALTAS (LH)**

Existe un patrón en el cual existen distrito (s) con IDH bajo rodeado de distritos con IDH alto. Los orígenes de esta distorsión son distintos, entre ellos condiciones naturales que otorgan por ejemplo un entorno de tierras eriazas que hace difícil el desarrollo de actividades agrícolas. O en su defecto, tierras de regular potencial, pero alejadas de accesos a servicios viales.

### **Sectorización espacial de Clúster hallados**

Para un mejor proceso de análisis, los clúster identificados han sido sectorizados en 7 unidades geográficas: A, B, C, D, E, F y G. Todas ellas a lo largo y ancho del territorio Nacional.

Cabe un comentario aparte los amplios territorios en amarillo, que representan a los distritos en los cuales no se ha podido probar la existencia de una correlación espacial de sus respectivos Indicadores de Desarrollo Humano. Es decir podría afirmarse que el orden de distribución entre ellas es aleatorio.

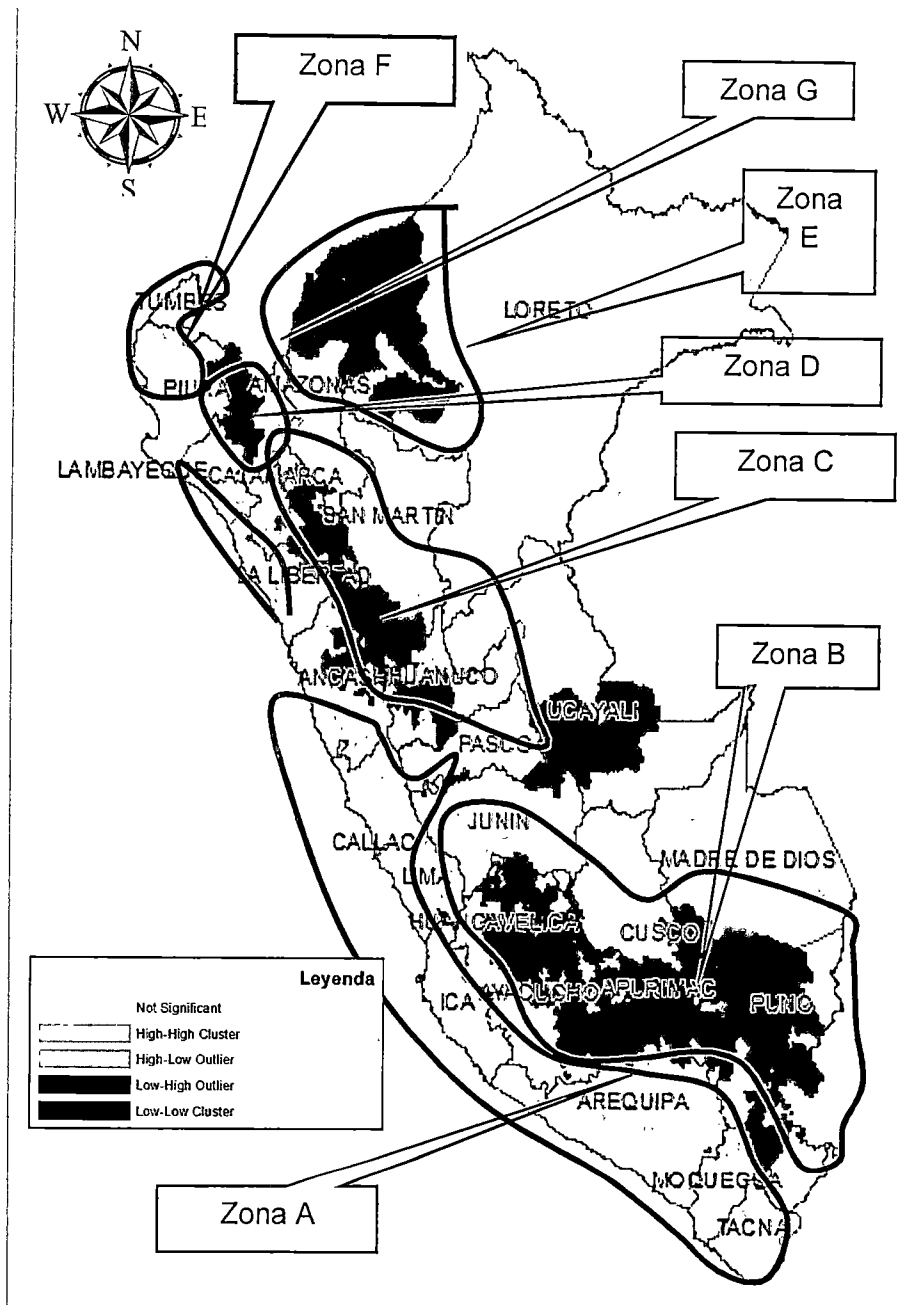


FIGURA Nº 26 : Zonificación de ClústerIDH Nacional  
 Fuente : Elaboración propia

#### 4.5 CASO DE CARRETERAS DE PENETRACIÓN SELECCIONADAS

Con el soporte de conocimientos de los mapas a escala nacional generados en los Análisis anteriores, pasamos a una escala más detallada, focalizando en cada una de las áreas de influencia de las carreteras de penetración materia de esta investigación.

El análisis sobre cada carretera será dos enfoques:

- En primer término se analiza la distribución de los valores nominales de los IDH en cada uno de los distritos que conforman el área de influencia.
- En segundo término se analiza el mapa de clúster del área de influencia según el valor de correlación de los IDH entre distritos.

En tercer término se analiza la distribución de densidades poblacionales

##### 4.5.1 Olmos-Corral Quemado-Rio Nieva

##### Análisis de valores IDH distritales

La FIGURA N° 27, muestra una variación espacial con patrones de bajos de IDH en la zona de Influencia principal de la carretera de penetración. La zona más baja en valores nominales está conformada por los distritos de Huarmaca en Piura, Caqaris e Incahuasi en Lambayeque (distritos en rojo).

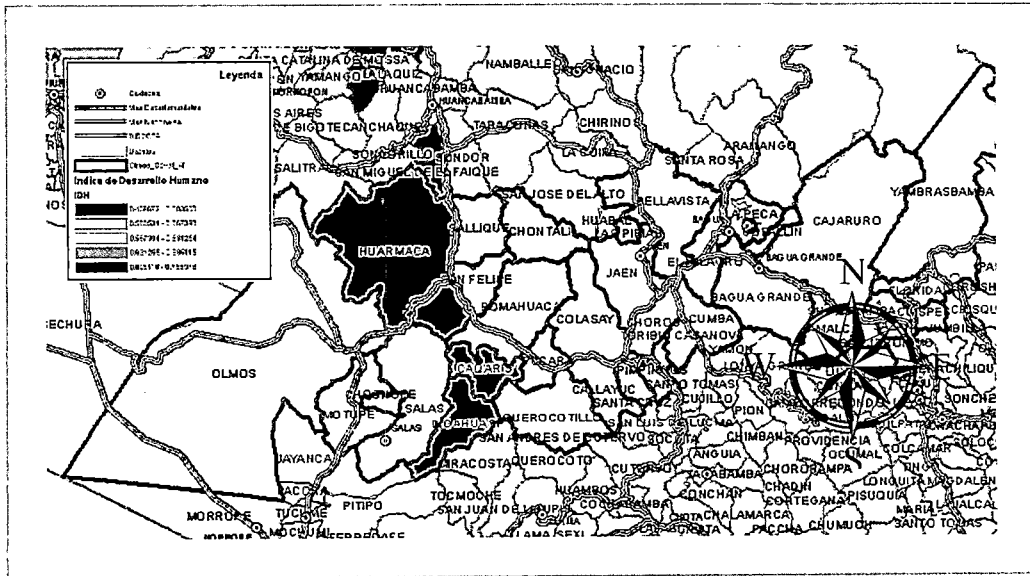


FIGURA N° 27 : Distribución espacial de IDH  
Fuente : Elaboración propia

La zona costera presenta un desarrollo muy bajo también. Ya que el IDH mide el desarrollo de la población ligada a cada distrito, hemos considerado pertinente realizar el mapeo de la densidad poblacional en el área de influencia de cada carretera de penetración, para iniciar la identificación de una de las primeras

variables correlacionadas en el comportamiento del desarrollo en estos territorios, el cual es volumen de población.

Finalmente, al tratar de identificar un patrón de desarrollo alineado con la carretera, este no existe, al menos de la forma como se presenta.

### Análisis de formación de clúster distritales

La FIGURA N° 28, muestra dos tipos de agrupamientos clusterizados. El primero corresponde a la zona roja, en la cual están los distritos agrupados por su bajo desarrollo en el IDH. En segundo término la zona azul, el cual es un agrupamiento atípico, formado por el distrito de Jaén, que acoge a la ciudad del mismo nombre. Y conforma un agrupamiento HL, que es una unidad geográfica de gran desarrollo rodeada por elementos no desarrollados. Y en último término, la zona en amarillo, que son distritos cuyos valores nominales de IDH no conforman clústeres, es decir su desarrollo tiene una dispersión aleatoria en el espacio territorial.

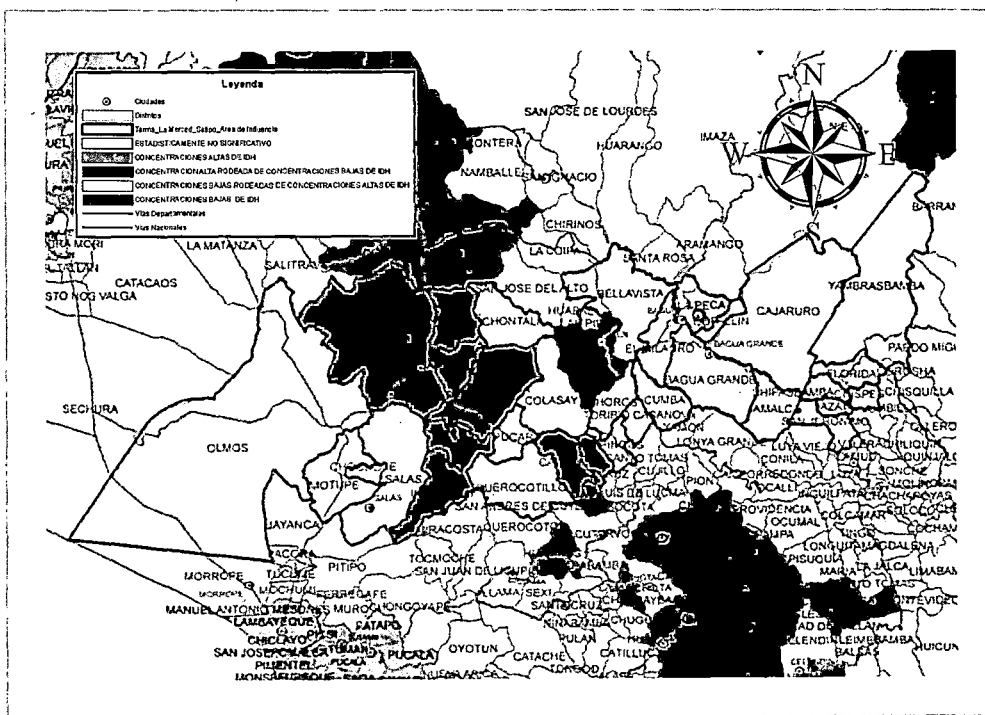


FIGURA N° 28 : Fortaleza de clúster en Zona de Influencia  
Fuente : Elaboración propia

### Análisis espacial en distribución de Densidades poblacionales

La FIGURA N° 29, explica la clusterización hallada en el análisis anterior. Debido a que en estos lugares, existen conformaciones especiales relacionadas a la





#### 4.5.2 Paíta-Piura-Sullana-Pte. Macara

##### Análisis de valores IDH distritales

La FIGURA N° 30, muestra el corredor del desarrollo formado por la carretera de penetración materia de este análisis. Los valores principales se dan tanto en la capital del departamento (Distrito de Piura), así como el puerto más próximo ubicado en Paíta, desde estos dos centros es que se va anidando los espacios de mayor desarrollo en el valor de IDH.

Los valores más bajos se dan en la parte alta del corredor en los distritos de Suyo y Paimas, en la provincia de Ayabaca.

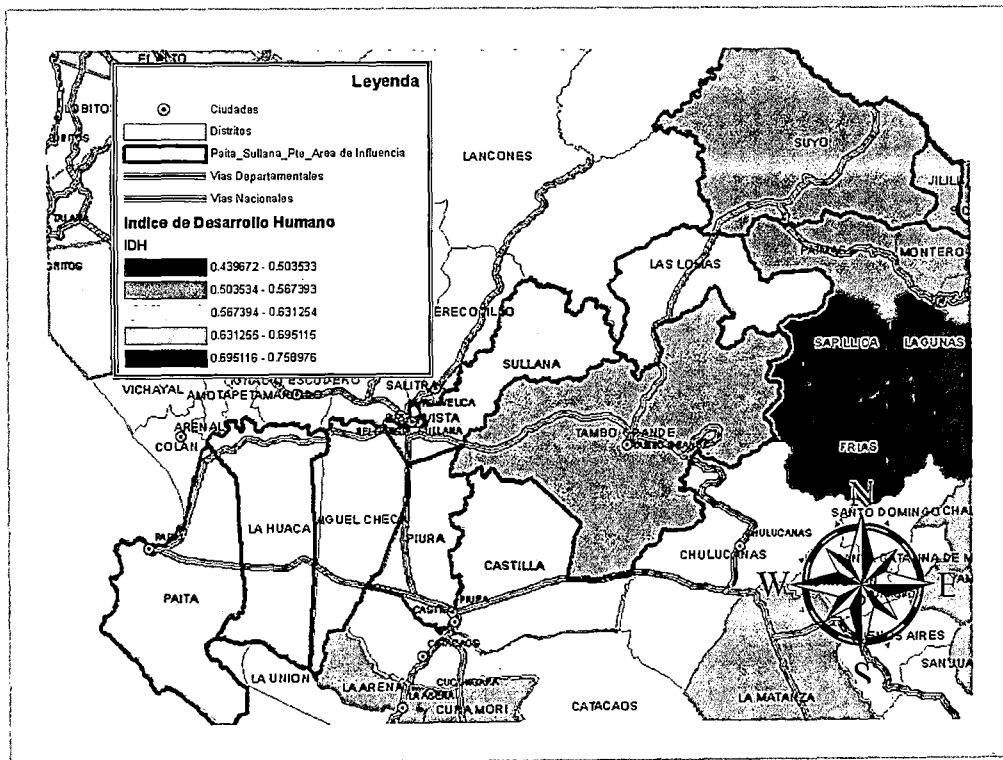


FIGURA N° 30 : Distribución de IDH  
Fuente : Elaboración propia

### Análisis de formación de clúster distritales

La FIGURA N° 31, muestra una especie de conurbación de desarrollo entre Paita y Piura-Castilla, lo cual se comprueba de forma efectiva por el creciente desarrollo urbanístico en los últimos 5 años, los distritos de La Huaca y Miguel Checa son parte de este clúster de desarrollo, el cual también interactúa con casi todos los distritos al norte del corredor. Básicamente todo este conjunto está perfectamente articulado por la carretera longitudinal de la costa, en este caso prolongándose hasta Tumbes.

Distritos fuera de este agrupamiento lo constituyen aquellos de la parte alta del corredor, llegando hasta Suyo, Montero y Paimas en la provincia de Ayabaca en el departamento de Piura.

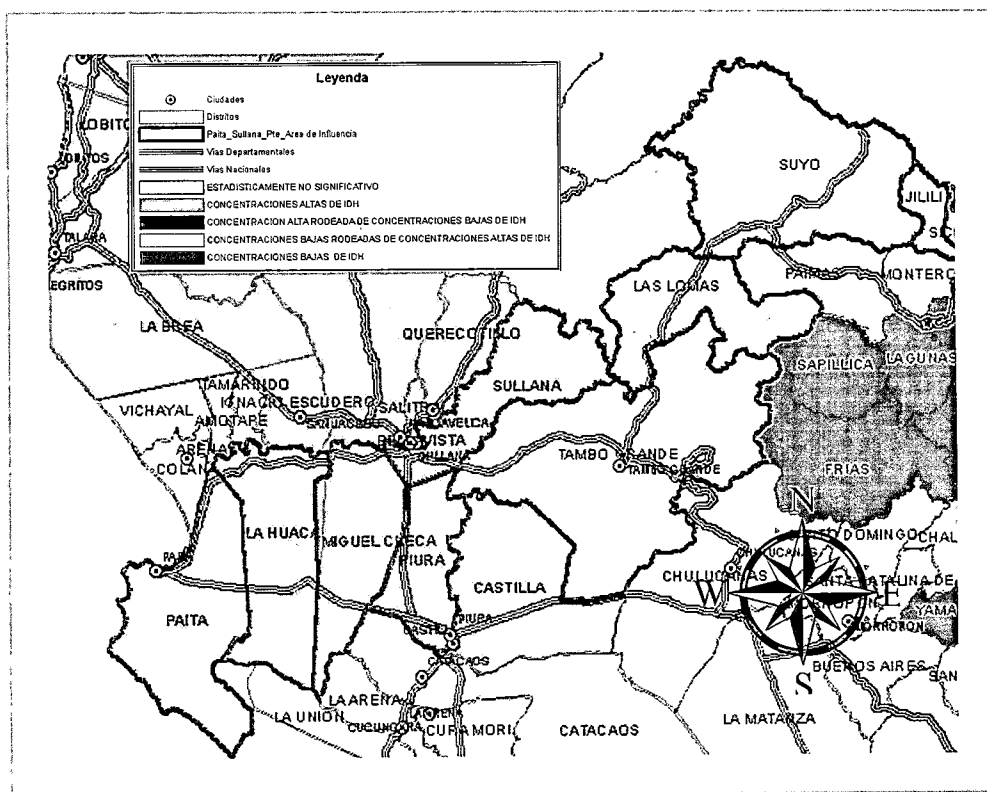


FIGURA N° 31 : Fortaleza de clusterización  
 Fuente : Elaboración propia

### Análisis espacial en distribución de Densidades poblacionales

Piura, distrito con una densidad poblacional de 806 Hab/Km<sup>2</sup> y Sullana con 320 Hab/Km<sup>2</sup> (FIGURA N° 32), representan los espacios territoriales con de mayor



distritos de San Vicente de Cañete, Imperial, Nuevo Imperial y Lunahuana en el departamento de Lima, aquellos que ostentan un valor de IDH por encima del promedio (ver tabla de rangos de la misma figura anteriormente mencionada), hasta caer al penúltimo rango, los distritos de Canchayo, Yanacancha y Cambara ya en el departamento de Junín. Próximos a ellos ya el IDH vuelve a subir otra vez quizás por la proximidad del clúster conformado por los distritos cercanos a Huancayo.

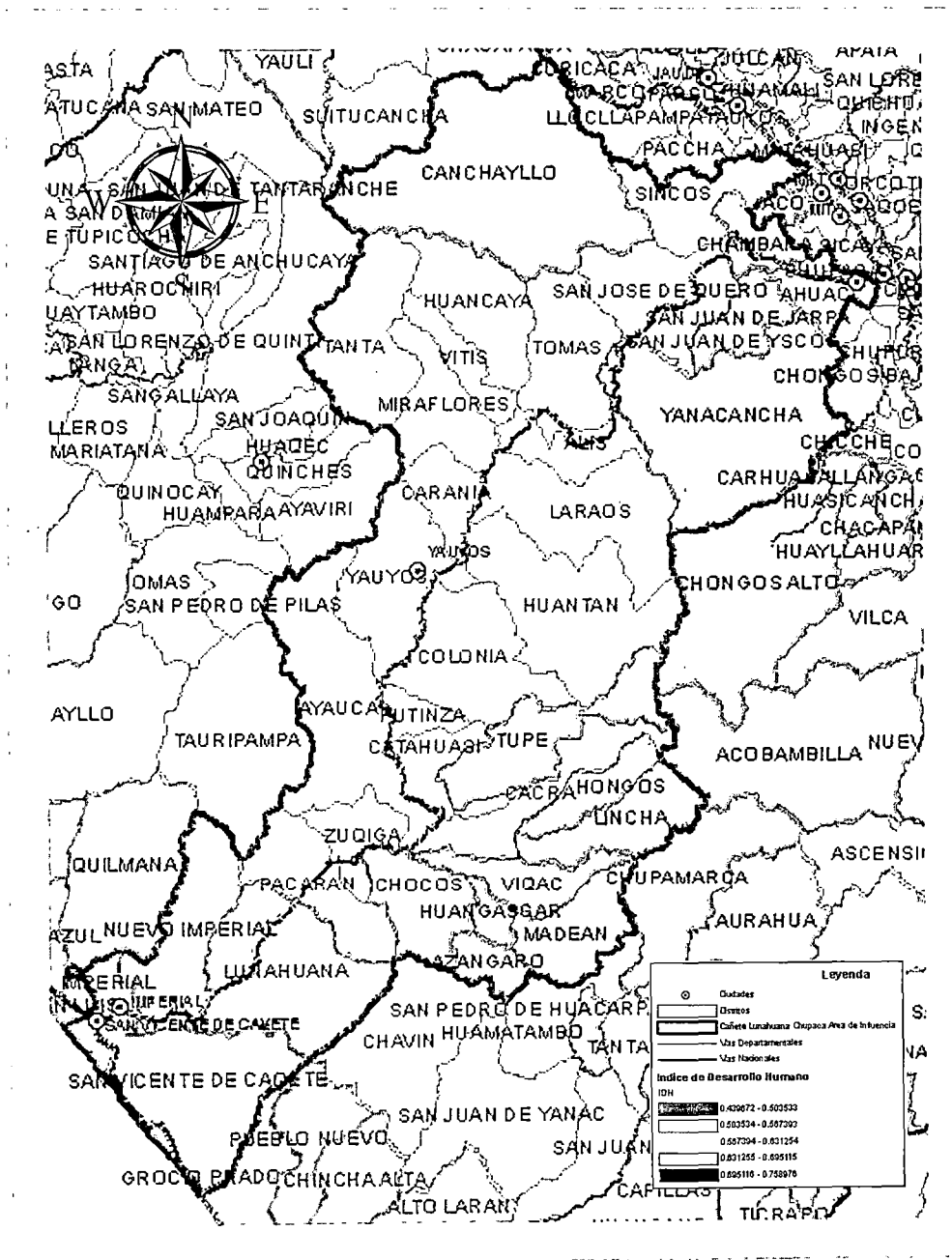


FIGURA Nº 33 : Distribución espacial de IDH  
 Fuente : Elaboración propia

### Análisis de formación de clúster distritales

Si bien es cierto que en el mapa anterior fue posible apreciar un IDH dentro de un rango privilegiado para los distritos próximos a la carretera longitudinal, esta positiva influencia avanza y se va debilitando a través del corredor de desarrollo formado por esta carretera de penetración (FIGURA N° 34), llegando hasta la ciudad de Yauyos. Cabe mencionar que el algoritmo Moran I califica al Distrito de Chocos con un agrupamiento particular, ya que en sí mismo tiene un valor bajo de IDH, a pesar de tener alrededor distritos adyacentes con un valor mayor de el. Camino a Chupaca, nuevamente aparece otro clúster de desarrollo, el conformado por los distritos de Miraflores, Vitis, Huancaya y Alis, todos ellos en el departamento de Junin. Cabe mencionar finalmente en este análisis que el distrito de Chupaca en sí mismo, no forma clúster con ninguno de los distritos adyacentes.



FIGURA N° 34 : Fortaleza de clúster  
 Fuente : Elaboración propia

### Análisis espacial en distribución de Densidades poblacionales

El distrito de Imperial en Ica con 695 Hab/Km<sup>2</sup>, representa el distrito de mayor densidad poblacional de todo el corredor materia de este análisis (FIGURA N° 35), podría afirmarse que es un corredor poco poblado, debido a los valores extremadamente bajos que presenta la zona donde es posible encontrar a un distrito de Canchayo con 1 Hab Km<sup>2</sup>, así como Tanta y Huantan. El mismo Yauyos con 8 Hab/Km<sup>2</sup>, no presenta una densidad considerable por Kilómetro cuadrado. Cabe mencionar la alta densidad relativa en los distritos próximos a Chupaca, como los son Ahuac y Chauac con 88 y 171 Hab/Km<sup>2</sup> respectivamente.

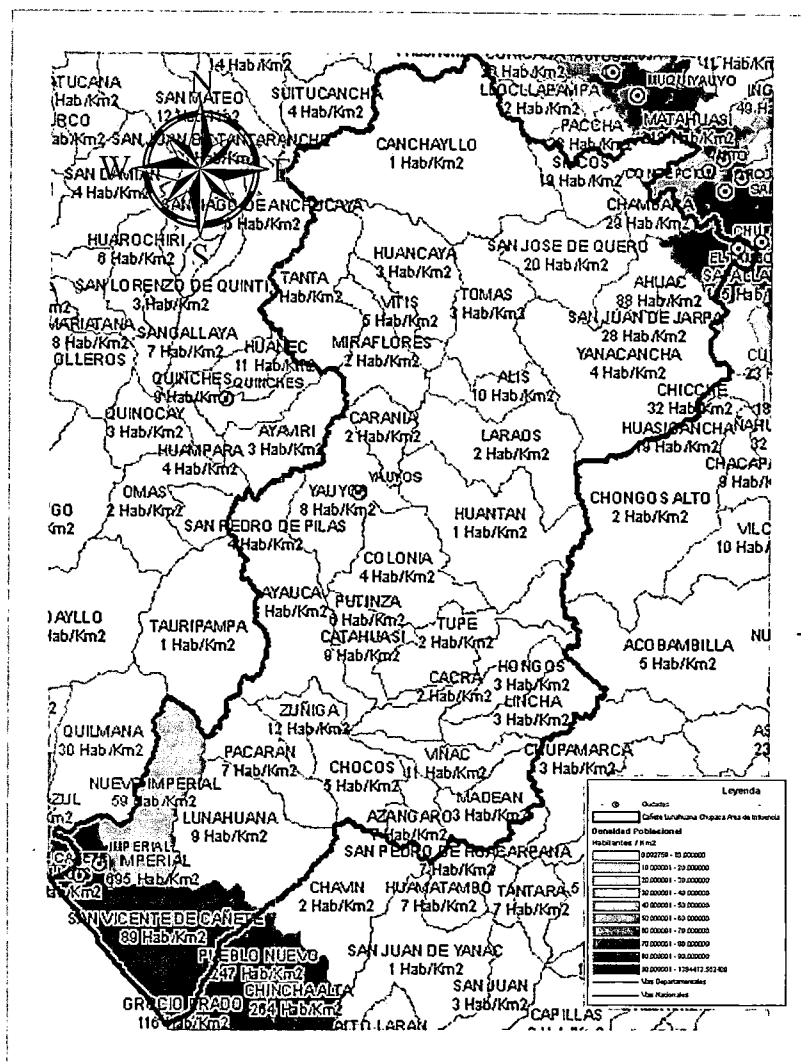


FIGURA N° 35 : Densidad Poblacional en Distritos  
 Fuente : Elaboración propia

#### 4.5.4 Pisco-Ayacucho-San Francisco

##### Análisis de valores IDH distritales

La FIGURA N° 36, muestra la distribución de los valores del IDH, ligados de los distritos del área de influencia de la carretera Pisco – Ayacucho – San Francisco.

Una vez más se observa el desarrollo económico en la zona costera próxima a la carretera longitudinal de la costa y este valor va disminuyendo de forma cuasi lineal conforme vamos entrando a las zonas más altas de la sierra. Llegando al distrito de Vinchos, localizado en el departamento de Ayacucho, este valor de IDH se hace mínimo (entre 0.43 y 0.50).

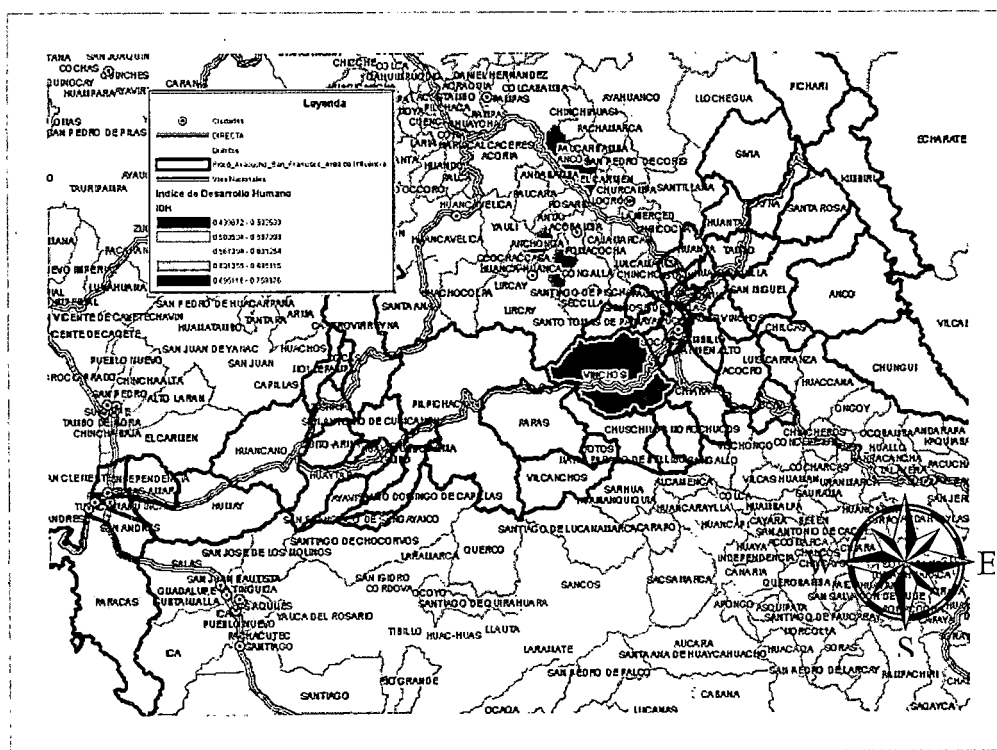


FIGURA N° 36 : IDH en Zona de Influencia  
Fuente : Elaboración propia

##### Análisis de formación de clúster distritales

La FIGURA N° 37, muestra un núcleo de clúster sólido partiendo desde el eje de la longitudinal de la costa y llegando hasta los distritos de Humay y Huancano en Ica. Después siguiendo cuesta arriba llegamos a Huancavelica, cuyos distritos de Castrovirreyna, Mollepampa, Cocas, Ticrapo, San Antonio de Cusicancha, Quito-Arma, Huayacundo – Arma, Huaytara, Ayavi, Tambo, Santo Domingo de Capillas y San Francisco de Sangayaico, no conforman cluster alguno.

Cabe mencionar la presencia de un clúster de alto valor de IDH, pero aislado, conocido como HL (High-Low), que representa en este caso al distrito de Ayacucho, rodeado por distritos de muy bajo valor del mismo, a su vez todos ellos conforman en general un clúster de bajo valor de IDH.

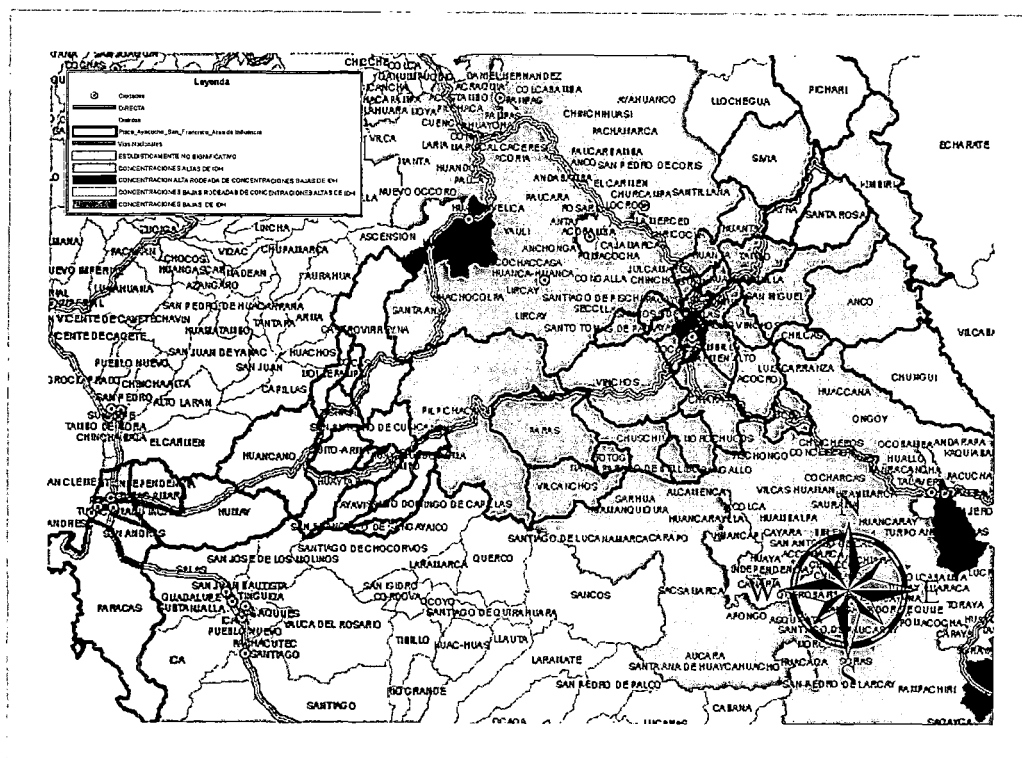


FIGURA N° 37 : Fortaleza de clúster  
Fuente : Elaboración propia

### Análisis espacial en distribución de Densidades poblacionales

Es notoria la influencia del clúster costero, paralelo a la carretera longitudinal de la costa, ejercida sobre el corredor que genera la carretera de penetración Pisco – Ayacucho – San Francisco, en principio Ica ha llegado a concentrar una notoria masa crítica de población con una densidad poblacional de 141 Hab/Km<sup>2</sup> y Túpac Amaru con 261 Hab/Km<sup>2</sup> (FIGURA N° 38), indican espacios bastante urbanísticos, aunque no llegan a generar valores de IDH suficientemente altos, como si los tienen la ciudad de Ayacucho y sus espacios aledaños.

Ayacucho como distrito llega una notoria densidad poblacional de 1,290 Hb /km<sup>2</sup>, valores solamente alcanzados en Lima Metropolitana, teniendo a distritos aledaños como Carmen Alto con 734 Hb/Km<sup>2</sup> y Jesús Nazareno con 910 Hab/Km<sup>2</sup> (todos adyacentes a Ayacucho).



Nuevamente se encuentra una correlación directa entre la formación de clúster, la densidad poblacional existente y la proximidad a la carretera que está al servicio de estos espacios territoriales.

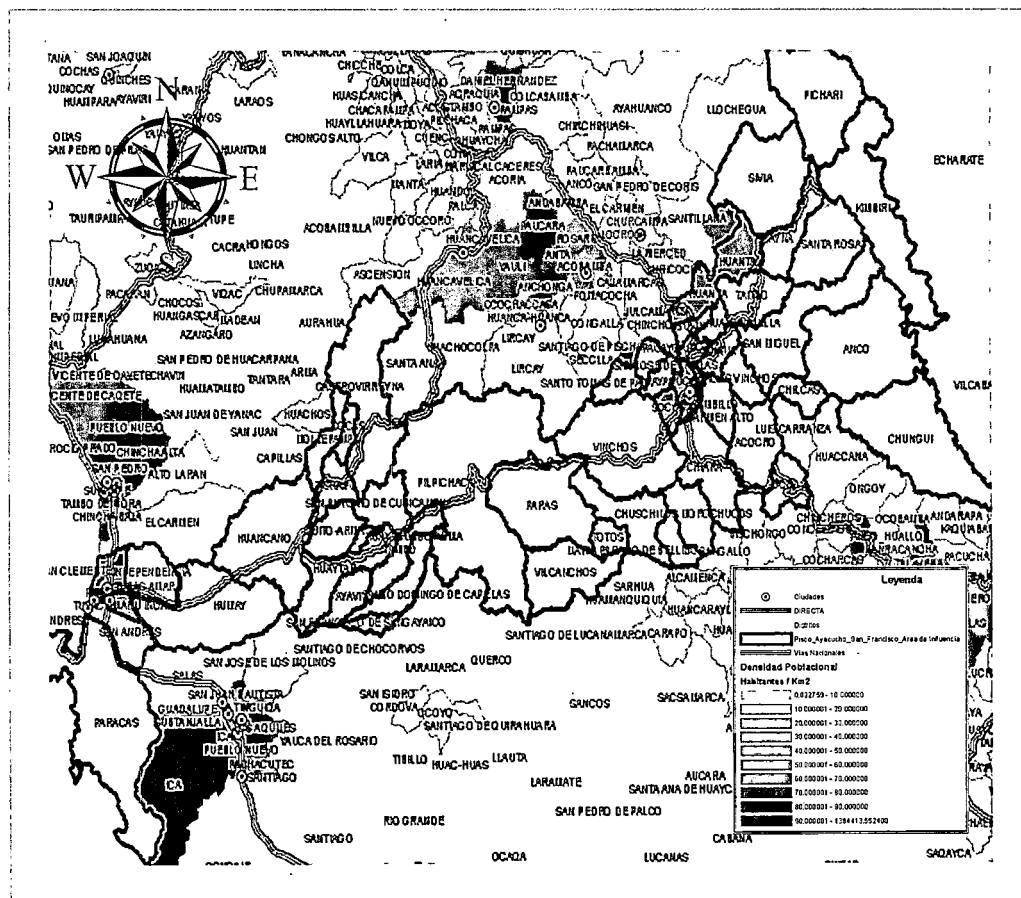


FIGURA Nº 38 : Densidad Poblacional en Distritos  
Fuente : Elaboración propia

#### 4.5.5 Tarma-La Merced – Satipo Análisis de valores IDH distritales

La FIGURA Nº 39, muestra que la gran mayoría de los distritos presentan IDH por debajo de los valores promedio. Que la cualificaría como un corredor de bajo desarrollo económico social.

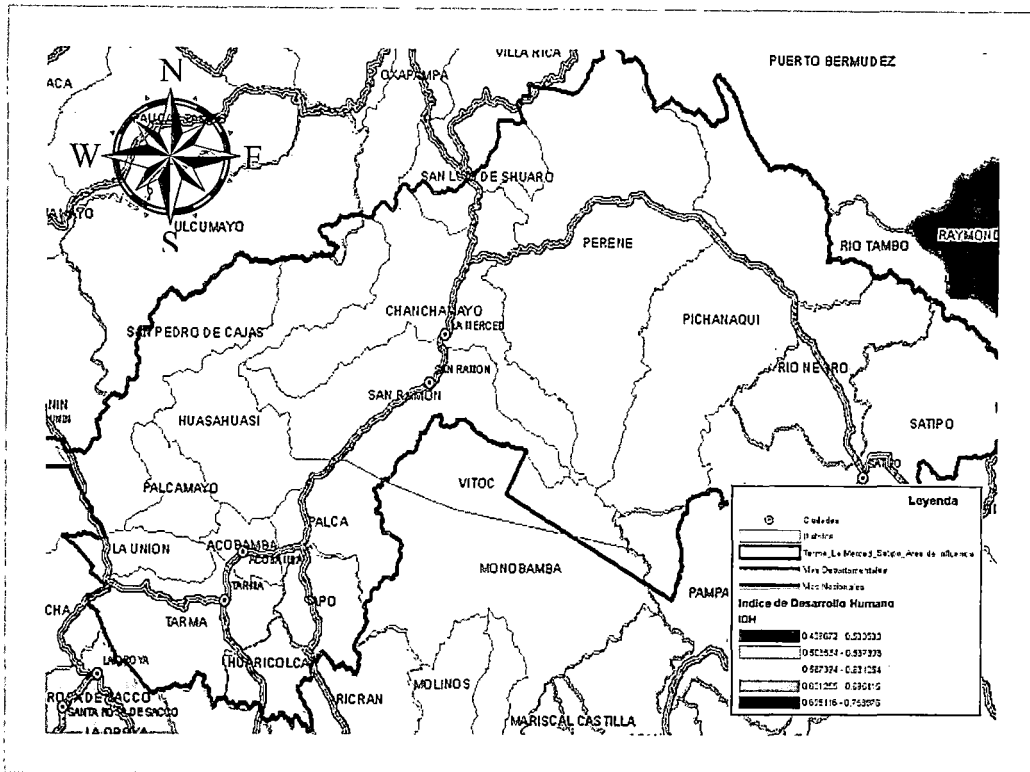


FIGURA N° 39 : Distribución espacial de IDH  
Fuente : Elaboración propia

### Análisis de formación de clúster distritales

La FIGURA N° 40, es posible apreciar dos claras zonas de clusterización, la primera al Oeste del área de influencia conformada por los distritos de La Unión, Tarma y Acobamba. La segunda zona ubicada en la Zona central del Área de influencia conformada por los distritos de San Ramon y Chanchamayo. Ambas zonas alineadas con la carretera materia de investigación. Cabe notar que el clúster ubicado en la zona Oeste, es parte del gran clúster que nace desde la capital y conformado por la gran megalópolis que es Lima.

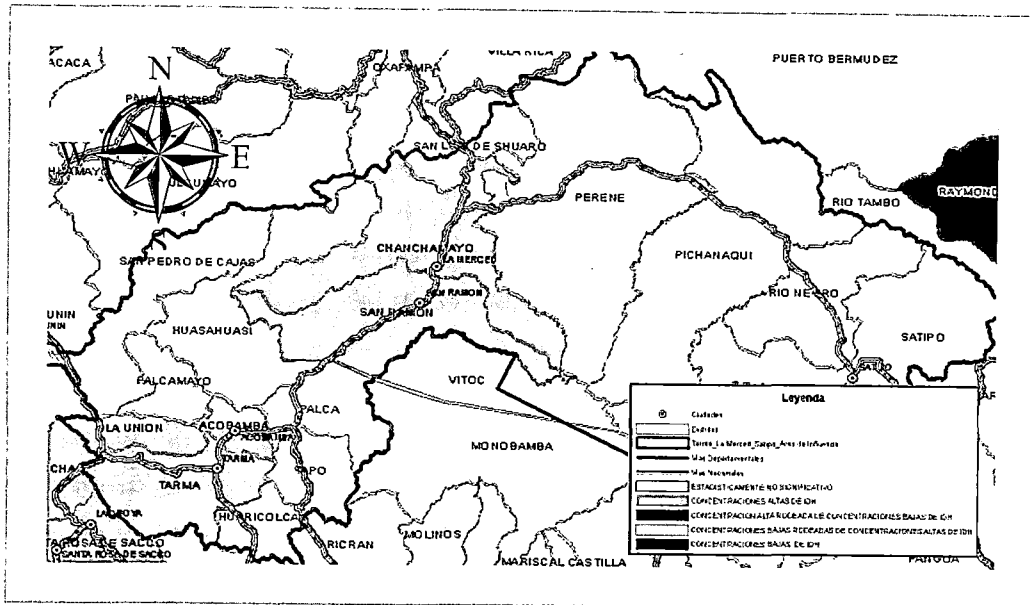


FIGURA N° 40 : Fortaleza de clúster en Zona de Influencia  
 Fuente : Elaboración propia

### Análisis espacial en distribución de Densidades poblacionales

La figura N° 41, muestra la distribución de densidades poblacionales, el clúster Oeste, muestra densidades poblacionales mayores a 100 Hab/Km<sup>2</sup>, mientras el clúster Central muestra densidades entre 30 y 40 Hab/Km<sup>2</sup>.

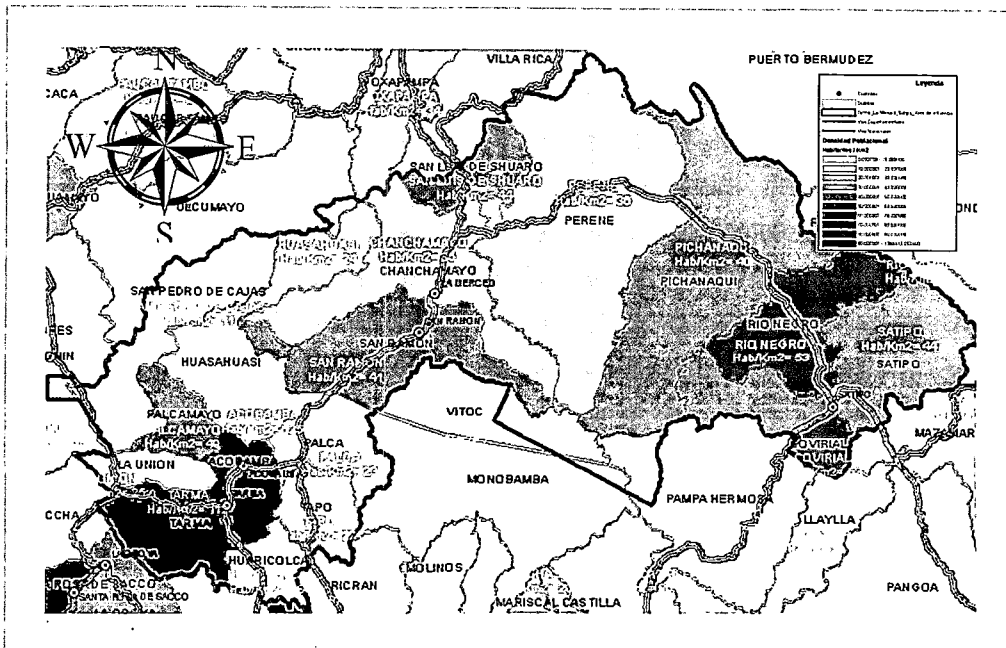


FIGURA N° 41 : Densidad Poblacional en Distritos  
 Fuente : Elaboración propia

#### 4.5.6 Ilo-Desaguadero

##### Análisis de valores IDH distritales

La FIGURA N° 42, muestra una distribución de IDH de mayores a menores desde el Oeste hacia el Este, con respecto al área de influencia de la carretera de penetración. Teniendo al distrito de Pacocha, próximo a la costa con los valores más privilegiados del Índice de Desarrollo Humano.

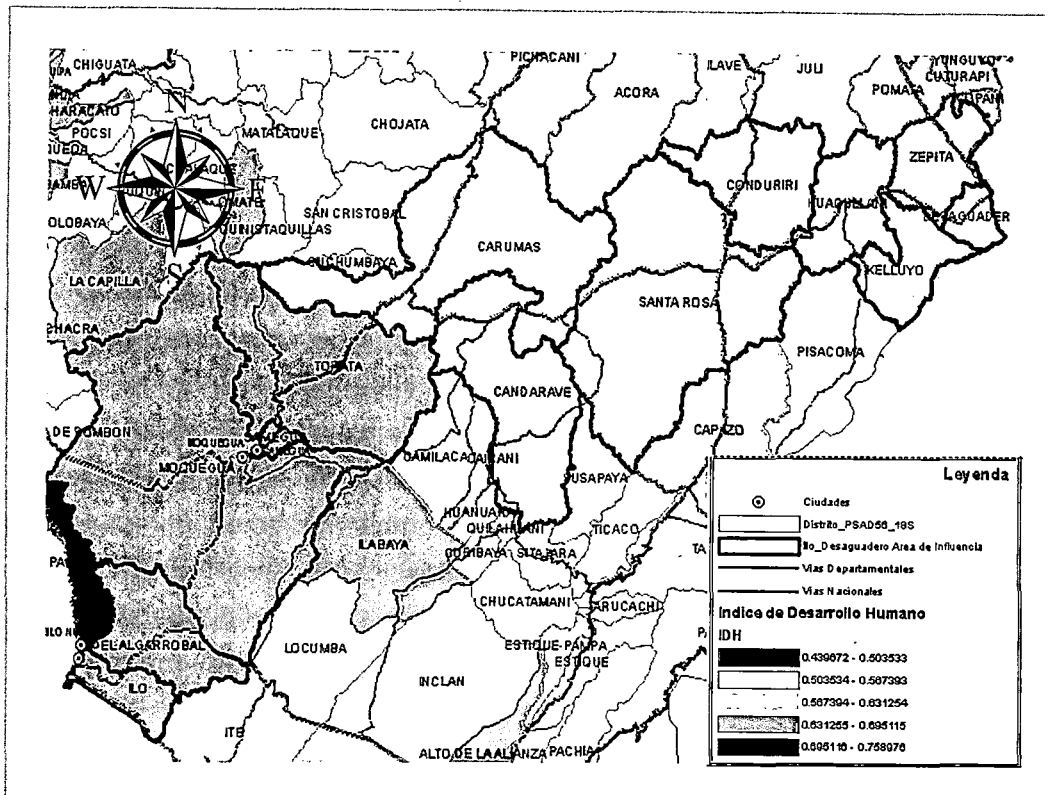


FIGURA N° 42 : Distribución espacial de IDH  
Fuente : Elaboración propia

##### Análisis de formación de clúster distritales

La FIGURA N° 43, muestra el detalle de la formación de clúster debido al proceso de desarrollo Humano. Un clúster de altos valores de IDH lo conforman los distritos de Pacocha, Ilo, Moquegua, Torata y Samegua, Los demás distritos en su mayoría pertenecientes a la vertiente oriental de la cordillera de los Andes, no forman agrupamientos a pesar de estar todos servidos por el acceso dado por la carretera de penetración. Cabe notar que Desaguadero, a pesar de representar paso de frontera con Bolivia, no ha generado clusterización en los distritos próximos al mismo.

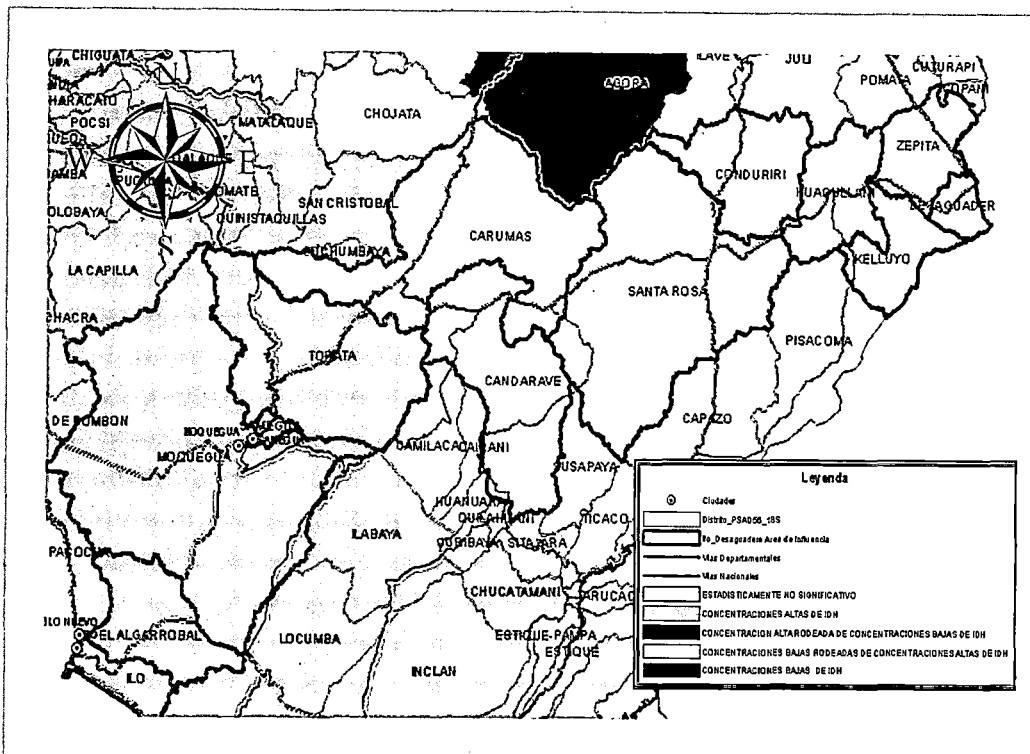


FIGURA Nº 43 : Fortaleza de clúster en Zona de Influencia  
 Fuente : Elaboración propia

### Análisis espacial en distribución de Densidades poblacionales

La FIGURA Nº 44 muestra la distribución espacial de densidades poblacionales. El distrito de Ilo con 201 Ha/Km<sup>2</sup>, Samegua con 100 Hab/Km<sup>2</sup> y Desaguadero con 113 Hab/Km<sup>2</sup>, representan los distritos con mayor densidad poblacional, los dos primeros interactúan de forma significativa para formar de clúster en el lado Oeste del área de influencia de la carretera de penetración Ilo- Desaguadero.

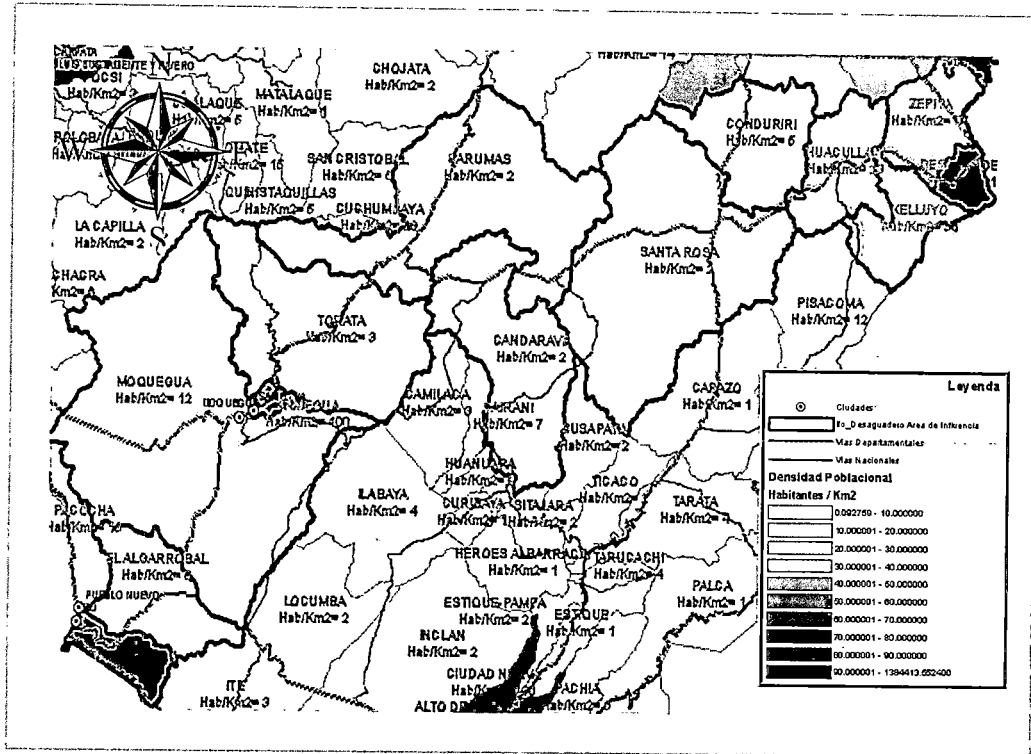


FIGURA Nº 44 : Densidad Poblacional  
 Fuente : Elaboración propia

#### 4.5.7 Yura-Patahuasi-Santa Lucía

##### Análisis de valores IDH distritales

La FIGURA Nº 45, muestra una distribución cuasi uniforme del valor de IDH, con cifras que van del promedio hacia abajo. Las más altas son próximas al Clúster formado por Arequipa Ciudad y sus distritos, mientras que los más bajos valores van más próximos a la ciudad de Santa Lucía.

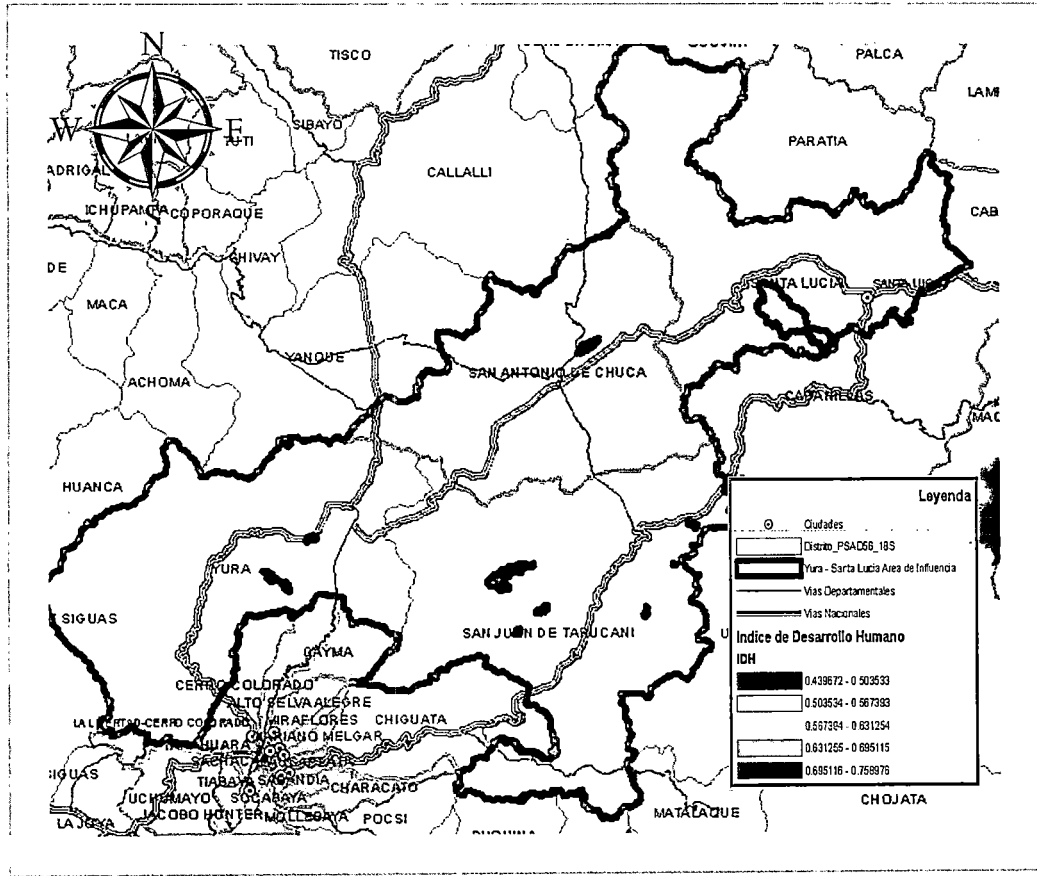


FIGURA N° 45 : IDH en Zona de Influencia  
 Fuente : Elaboración propia

### Análisis de formación de clúster distritales

La FIGURA N° 46, muestra a los distritos de Yura y San Juan de Tarucani, como aquellos que reciben la influencia directa del clúster conformado por la ciudad de Arequipa y sus distritos. Los distritos de San Antonio de Chuca y Santa Lucia, no son parte de este clúster ni tampoco forman algún otro.

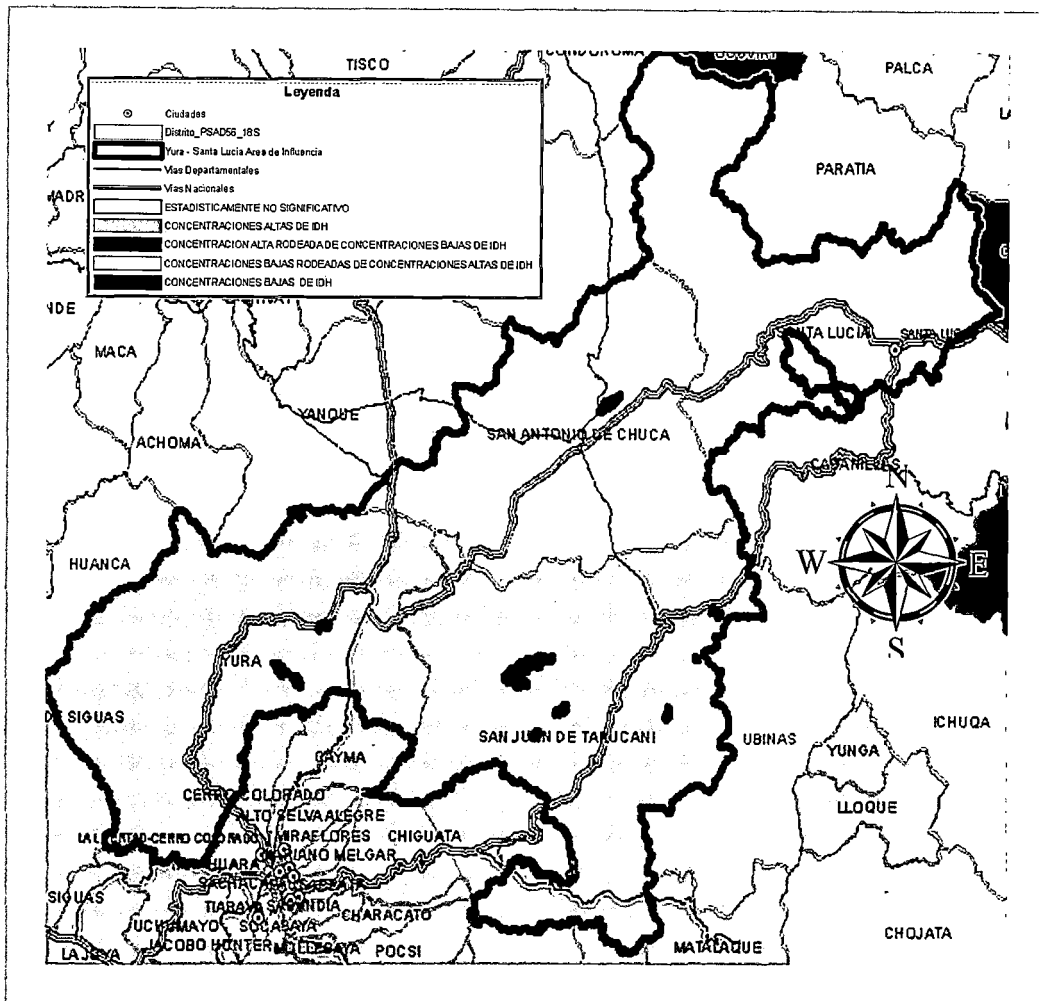


FIGURA N° 46 : Fortaleza de clúster  
Fuente : Elaboración propia

### Análisis espacial en distribución de Densidades poblacionales

Los cuatro distritos que conforman el área de influencia de la carretera Yura – Patahuasi – Santa Lucia poseen una baja densidad poblacional. Los valores son tan bajos como 0.89 Hab/Km<sup>2</sup> para San Juan de Tarucani y 0.92 Hab/Km<sup>2</sup> para San Antonio de Chuca, lo cual hace pensar que la escaza población en estos lugares, está centrada en espacio urbanizados. Yura con una densidad poblacional 8.32 Hab/Km<sup>2</sup> y Santa Lucia con 4.82 Hab/km<sup>2</sup>, presentan los valores más altos (FIGURA N° 47)



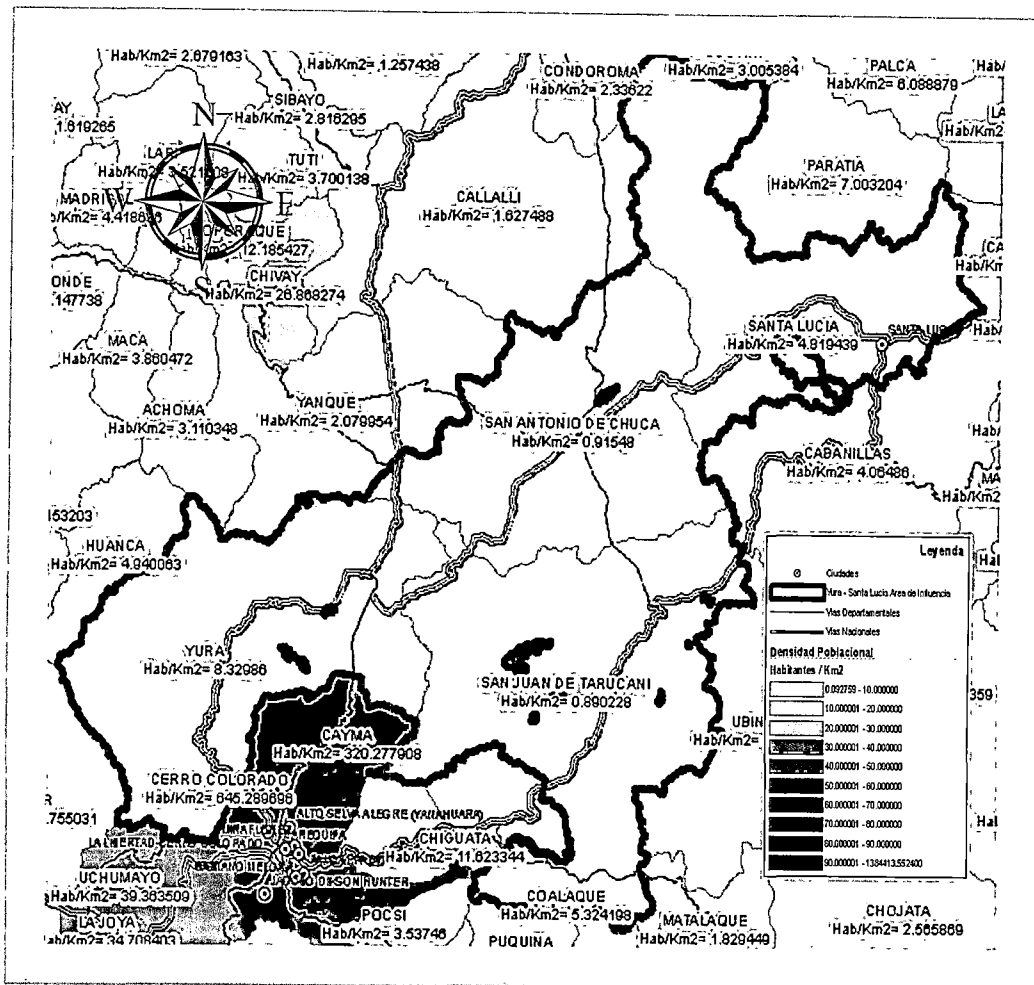


FIGURA N° 47 : Densidad Poblacional  
Fuente : Elaboración propia

#### 4.6 DIAGNÓSTICO DE EXPLORACIÓN A ESCALA NACIONAL

##### La Zona A

Conformada en gran porcentaje por los departamentos de Tacna, Arequipa, Ica, Lima y parte de la Zona Sur de Ancash, es un clúster netamente de desarrollo con altos índices de IDH agrupados. En donde el agrupamiento es longitudinal a la costa.

##### La Zona B

Conformada también en gran porcentaje por los departamentos de Puno, Cusco, Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.

La Zona C, conformada por las tierras altas de los departamentos de Ancash y La Libertad así como parte de Huánuco y la Zona Sur de Cajamarca.

La Zona D, conformada por las zonas costeras de La Libertad y Lambayeque.

La **Zona E**, conformada por la zona norte de Amazonas y el extremo superior izquierdo del departamento de Loreto.

La **Zona F**, conformada por la costa Norte del departamento de Piura y casi la zona próxima al litoral del departamento de Tumbes.

### **Linealidad de agrupamientos en la Zonas Costeras**

Para entender los patrones de ocupación de territorio, es necesario entender que los mismos están dados por factores de orden natural y antrópico de ocupación para la formación de zonas urbanas.

Entre los aspectos naturales que propician la ocupación están aquellos que siguen los patrones espaciales de las Cuencas Hidrográficas, en donde los cauces de agua marcan el eje de ocupación principal. En segundo lugar las tierras potenciales de cultivo que inicialmente pueden estar próximas a las fuentes de agua naturales, pero en algunos casos al no ser así, son posibles de ser acondicionadas mediante infraestructuras de transporte de agua, como los son los canales y represas.

Entre los factores antrópicos, están las carreteras, que constituyen según algunos autores, entes generadores de zonas proto-urbanas, ya que establecen ejes de ocupación del espacio territorial próximo a las ciudades que van uniendo, constituyendo estas últimas zonas potenciales de expansión urbana. En este caso la propia secuencia de distritos entre el Centro Histórico de Lima y el Puerto del Callao así como el Centro Histórico y Chorrillos marcan casos bastante cercanos e identificables de esta dinámica de ocupación urbana.

Otro de los factores antrópicos, lo constituyen la explotación de recursos naturales, en el cual, dada la decisión de inicio de este tipo de actividades, se establece una serie de necesidades de servicios para el personal relacionado al lugar de explotación. En este caso tenemos Cerro de Pasco en el caso de recursos mineros, Talara para Hidrocarburos, etc.

Es más, cuando la densidad de ocupación entre dos espacios territoriales se va angostando, este fenómeno es conocido en urbanismo como “conurbación”, la cual en el caso de Lima se estima que los distritos de Chancay y Cañete formaran un solo espacio urbano en menos de 20 años (Sociedad de Urbanistas del Perú, 2008).

Básicamente, se concluye que la linealidad en la presencia de IDH en la costa, está fuertemente relacionada con la linealidad del desarrollo de urbes a lo largo del Eje Vial que une a las principales ciudades costeras y próximas a la costa existentes en el clúster formado y que dan sustento a la existencia de un proceso común en todas ellas.

#### 4.7. DIAGNÓSTICO DE CARRETERAS DE PENETRACIÓN

- ✓ El corredor de desarrollo conformado por la carretera Olmos- Corral Quemado- Nieva, no ha generado un desarrollo uniforme en el área de influencia del mismo, excepto, por el distrito de Jaén, todos los distritos muestran desarrollo humano debajo del promedio.
- ✓ El corredor de desarrollo conformado por la carretera Paita-Sullana-Puente Macara, no ha generado desarrollo de manera uniforme en los espacios próximos al mismo. Existe un marcado desarrollo en la zona de Paita y Piura, cuyos orígenes están relacionados con la masa crítica de la población urbana próxima a la zona costera, cuya influencia penetra hacia las partes altas pero no es integral a toda la carretera. El trazo no fue considerado en su diseño como una variable crítica.
- ✓ En el corredor de desarrollo conformado por la carretera Cañete- Lunahuana- Chupaca, se repite el modelo de desarrollo totalmente clusterizado en la zona costera, y un desarrollo promedio a bajo en el resto del área de influencia. El diseño del trazo carretero no ha sido parte del análisis del proyecto original.
- ✓ En el corredor de desarrollo conformado por la carretera Pisco- Ayacucho-San Francisco, se presenta la existencia de un clúster de desarrollo en la zona próxima a la carretera longitudinal de la costa y el desarrollo cambia en forma brusca conforme nos vamos internando hacia San Francisco. Existe un clúster de desarrollo mínimo en la zona Este del corredor. No se consideró al trazo como parte del diseño de la carretera.
- ✓ En el corredor de desarrollo conformado por la carretera Tarma – La Merced – Satipo, presenta un clúster ligado netamente ligado a la carretera en sí misma y se ubica entre San Ramos Chanchamayo. Las condiciones productivas de esta zona son complementadas por la presencia de la carretera. El trazo de esta carretera no ha sido producto de un diseño basado en algún tipo de metodología, solo en el soporte al tráfico existente y futuro.

- ✓ En el corredor de desarrollo conformado por la carretera Ilo- Desaguadero, se presenta un clúster de desarrollo ligado a un tramo específico de la carretera longitudinal de la costa. El mismo se articula también con el extremo próximo a la costa de la carretera de penetración (hasta 40% aproximadamente), pero después este desarrollo agrupado pierde fuerza, generando espacios de economías no articuladas, con valores de IDH aleatorios. El trazo de esta carretera no fue una variable parte del diagnóstico ni las alternativas solución, debido a que su uso no está reglamentado en manual alguno.
- ✓ En el corredor de desarrollo conformado por la carretera Yura – Patahuasi – Santa Lucia, la mayor influencia no es aquella recibida de parte de la longitudinal de la costa, sino del conglomerado metropolitano de Arequipa Ciudad, el cual ejerce una presión comercial que genera una fuerte articulación de servicios en parte del corredor (tramo próximo a la ciudad). El desarrollo es fuerte en las proximidades de Arequipa, pero el clúster se va debilitando conforme nos alejamos de la misma. El diseño del trazo no ha formado parte del proyecto carretero.

### **Conclusiones**

- ✓ Los corredores de penetración formados por las carreteras materia de este análisis en su gran mayoría no han formado clúster HH, excepto en las zonas próximas a la zona costera donde atraviesa la carretera longitudinal de la costa.
- ✓ La tipografía de pendientes llanas y suaves próximas a la longitudinal de la costa es diametralmente opuesta a aquella que rodea a las carreteras de penetración, la cual varía hasta pendientes fuertes y muy fuertes (mayor a 35°). En el primer caso esta situación del medio natural propicia una rápida ocupación del territorio, sea por actividades agrícolas o pecuarias o por crecimiento urbano neto.
- ✓ Los territorios tienen espacios con potenciales de diferentes tipologías, los cuales representan la demanda real del mismo con respecto a múltiples servicios, entre ellos el acceso a mercados donde comercializar sus productos.
- ✓ Los asentamientos humanos se localizan principalmente en espacios de pendientes llanas y suaves, de forma independiente a la factibilidad de acceso a servicios básicos.

- ✓ Las carreteras generan una servidumbre que es aprovechada para crear locaciones potencialmente urbanizables.
- ✓ Las carreteras han generado una oferta no solo de infraestructura de servicios de transporte, sino de proto-urbanismo informal.
- ✓ Los espacios próximos a la carretera con potenciales de desarrollo urbanístico son aquellas que logran generar sinergia con la presencia de la misma. Esto en conjunto con las actividades productivas propias que tengan posibilidad de ser desarrolladas por estos grupos humanos.
- ✓ Los espacios rurales poseen siempre un espacio próximo urbano que les sirve de base, ya sea para la adquisición de insumos agrícolas o como espacio dormitorio. Sin embargo debido a la tasa propia de desarrollo demográfico, esta población puede desarrollar hacia un volumen crítico, a partir de la cual le es posible mantener una economía urbana menos dependiente de la actividad rural.

#### **4.8 CONCLUSIONES PRELIMINARES**

En la carretera longitudinal de la costa

- ✓ Es notoria la generación de agrupamientos de desarrollo basados en IDH alineados a la carretera longitudinal de la costa.
- ✓ Cabe notarse la homogeneidad del desarrollo focalizado en las proximidades de los valles costeros que fue maximizado con la presencia de la carretera longitudinal.
- ✓ El potencial de desarrollo está también abonado por la homogeneidad de bajas pendientes a lo largo de la carretera longitudinal de la costa, lo cual asegura un potencial de expansión urbana ilimitado, que no cesa hasta nuestros días.
- ✓ Básicamente, en el caso de la costa, las carreteras pasaron a unir territorios con potenciales de desarrollo y con condiciones de crecimiento urbanizado.
- ✓ En las carreteras de penetración que parten de la costa hacia la sierra y/o selva, todas tienen una zona común de desarrollo, basada en la zona de articulación con la longitudinal de la costa u otro alguna ciudad de gran desarrollo
- ✓ Ninguna ha alcanzado un desarrollo mínimamente comparable con el desarrollado por los territorios próximos a la longitudinal de la costa.
- ✓ Los reducidos espacios para desarrollo urbanístico y los escasos también espacios con tierras productivas, producto de lo pronunciado de las pendientes

en las zonas altas, no han favorecido la expansión de las fronteras urbanas ni agrícolas productivas.

### **Sustento evidencial a definición de trazo carretero de máxima eficiencia**

De las conclusiones anteriores a escala nacional como local mediante las siete carreteras analizadas, podemos inferir características de importancia que el modelo de trazo propuesto para generación de desarrollo efectivo debe poseer:

1. **El trazo** es una característica que debe ser reconocida como de vital importancia en el diseño vial de una infraestructura carretera que debe unir dos o más puntos en el territorio.
2. **El trazo**, en un escenario ideal debe unir y cruzar zonas que generen demanda del servicio de movilidad intrínseco a la población próxima a la carretera.
3. **El trazo**, deberá evitar atravesar zonas que no generen demanda de movilidad de ningún tipo.
4. **El trazo**, a través del área de servidumbre y las zonas adyacentes al mismo, genera de forma cuasi automática, zonas urbanísticas potenciales que en la actualidad no están suficientemente articuladas con la normatividad de los gobiernos locales, por ende ya que esta urbanización espontánea es difícil de ser contralada, deberán el mismo, privilegiar el paso por zonas de morfología suave a plana, con el fin de promover una urbanización sostenible en el tiempo (de tamaño mínimo que le permita expandirse).
5. **El trazo**, debe privilegiar el servicio a zonas de alta densidad poblacional.
6. **El trazo**, deberá privilegiar el paso por zonas turísticas con potencial de ser puestas en valor
7. **El trazo**, deberá privilegiar el paso por zonas potencialmente urbanizables (máxima área de menor pendiente).
8. **El trazo**, deberá privilegiar el paso por zonas protegidas, cuidando de ubicarse a una distancia de mínimo impacto al medio biótico y máximo acceso, complementando su puesta en valor a través algún tipo de proyecto eco turístico.
9. **La carretera**, NO GENERA SERVICIOS DE MOVILIDAD HOMOGENEA a todos los distritos que este atraviesa, el servicio generado está en relación

inversamente proporcional a la distancia entre el poblador o espacio a ser servido y la carretera. El modelo de análisis deberá considerar este principio, con el fin de estimar impactos reales y minimizar el impacto en espacios NO SERVIDOS POR LA CARRETERA O MINIMAMENTE SERVIDOS POR ELLA.

### **Consideraciones a tener en cuenta para el diseño del modelo propuesto**

El modelo propuesto está basado en un enfoque holístico de lo que significa el desarrollo de los territorios, en el cual todos los actores deben ser considerados en la intervención del mismo mediante un proyecto de acondicionamiento del mismo como lo es la construcción o mejoramiento de una carretera, la misma debe estar inmersa y complementar los enfoques de desarrollo ya planteados por los Planes de Desarrollo de cada unidad de gobierno, ya sea local o regional por la cual esta atraviesa.

La evaluación final de variables independientes pertinentes al modelo a ser propuesto, se realizara sobre las siguientes variables:

La capacidad de uso potencial del Territorio, herramienta de clasificación de territorios usada por las Ciencias Agrícolas y los Planes de Ordenamiento Territorial, se une con el Mapa de Riesgos climáticos (factores como Inundaciones, Frijes, Sequias y Heladas) originados por el Fenómeno de Cambio Climático. Por otro lado tenemos los factores de tipo Económico donde se resumen aspectos como Índice de Desarrollo Humano (IDH) gestionado por Naciones Unidas, de parte del Ministerio de Económica tenemos Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), Incidencia en la pobreza Total (IPT), Organizaciones Sociales (OS), Conflictos Sociales (CS), Actividades Primarias, Secundarias y Terciarias, Cobertura de Servicios Públicos (CSP), Infraestructura de Educación (IE), Infraestructura de Salud (IS), Infraestructura Vial (IV), Tasa de Desnutrición Crónica (TDC), Tasa de Mortalidad Infantil (TMI), Tasa Global de Fecundidad (TGF). Una variable adicional más relacionada a la Ingeniería tradicional de trazo carretero, es la topografía a través del estudio de pendientes y por último el Riesgo Sísmico a través de una sectorización de acuerdo a aceleraciones sísmicas.

El entorno de análisis de este conjunto de variables y factores es el espacial, en el cual las observaciones **no son independientes** unas de otras como los son en la estadística tradicional, sino más bien **se asume que todo factor en un espacio**

**territorial determinado está relacionado de algún modo con otro próximo** (TOBLER, 1970).

La herramienta de análisis específica a ser utilizada es "Least Cost Analysis" dentro del software ArcGIS versión 10.2, mediante la cual es posible hallar un **trazo óptimo** entre dos puntos en un espacio territorial determinado, dada una distancia  $d > 0$  entre ellos. Trazo que genere el menor costo posible relacionado a uno o más factores que se consideren en el modelo. El modelo básico es el que hace uso del factor pendiente de menor valor en los tramos que conforman un trazo carretero (máxima eficiencia geométrica). La idea es ir más allá y considerar factores adicionales.

El modelo propuesto permite hallar el lugar geográfico (análogo al geométrico), dentro un territorio dado donde se cumple la máxima eficiencia funcional de acceso y servicio a todas las variables del medio natural y antrópico, que puedan desarrollar demanda de este servicio. Dicho en otras palabras permite modelar el trazo carretero más óptimo dado dos puntos en el territorio basado en los potenciales y demandas del mismo.

#### **4.9 MODELO DE TRAZO CARRETERO DE MAXIMA EFICIENCIA**

##### **4.9.1. Modelo conceptual del metodo propuesto**

Basado en los resultados del diagnóstico del acápite anterior, existe una característica de las carreteras que debe ser analizada y tomada en cuenta de forma prioritaria en su diseño, **el trazo**, el cual define los niveles de acceso al servicio vial per se por parte de los distintos espacios adyacentes a la misma que propician el desarrollo económico.

La idea es maximizar el impacto del servicio carretero, para lo cual debemos buscar que el trazo que la define sea acorde con los potenciales y demandas que el territorio vaya presentando conforme la progresiva se va generando.

No tiene el mismo impacto social y económico un trazo carretero que cruce zonas eriazas, que otro trazo que cruce tierras productivas, no tiene el mismo resultado un trazo que cruce zonas dedicadas a pasturas pecuarias, que otras zonas próximas a centros poblados urbanos. Lamentablemente, al no existir métodos específicos que analicen y ponderen estas variables, se opta solo por la maximización de la eficiencia en la carretera en si misma (tipo de pavimento, base, sub base, mínima pendiente, tipos de obra de arte etc.), dejando por sentado y asumiendo que el trazo proporcionado al proyecto es el óptimo.



#### 4.9.2. Componentes tematicos del modelo

De acuerdo a las conclusiones de los análisis iniciales realizados, es posible inferir que el modelo solución estará basado en:

##### Enfoque Geométrico

Orientado a incluir las restricciones relacionadas a factores geomorfológicos (pendiente)

##### Enfoque de Riesgos

Orientado a incluir factores como tipos de suelos, geología, sismicidad, clima.

##### Enfoque Medioambiental

Orientado a minimizar los impactos sobre la flora y fauna y maximizar atractivos que pueda modelar el medio paisajístico.

##### Enfoque de Demandas

Orientado a maximizar los servicios de vialidad a brindar a las actividades urbanas y rurales ya establecidas en la zona

#### 4.9.3. Desarrollo de componentes detallados del modelo

El modelamiento de factores (VARIABLES INDEPENDIENTES), a ser considerados en el modelo propuesto, será inferido de las características funcionales dadas para el trazo carretero, definidas en el acápite anterior. Este proceso es resumido en TABLA 13.

Tabla 13 Resumen de funciones del trazo

ITEM	FUNCION	FACTOR/FACTORES	
		REPRESENTATIVOS EN EL MODELO PROPUESTO	FUENTE DE INFORMACION
1.	<i>El trazo</i> es una característica inherente al diseño vial de una infraestructura carretera orientada a definir el itinerario que debe unir dos o más centros urbanos en el territorio.	Punto de Inicio : Cañete Punto de Finalización : Chupaca	IGN – Centros poblados MINISTERIO DE EDUCACION Centros Poblados
2.	<i>El trazo</i> , en un escenario ideal debe unir y atravesar zonas que generen demanda del servicio de acceso a tránsito a la carretera.	Zonas productivas agrícolas Zonas urbanas	Ministerio de Agricultura- Mapa de Capacidad de Uso Mayor del Suelo

3.	<b>El trazo</b> , deberá evitar o minimizar atravesar zonas que no generen demanda de movilidad.	Zonas eriazas Nevados	Ministerio de Agricultura- Mapa de Capacidad de Uso Mayor del Suelo
4.	El <b>trazo</b> carretero, con el fin de potenciar el los impactos en la generación de urbanidad, deberá privilegiar el paso a espacios con pendientes con potencial de ser urbanizables. 8	Zonas de menor pendiente y que estén próximas a zonas de pendiente llana a suave de mediana a gran extensión	Ministerio del Ambiente- Imágenes ASTER (Digital Elevation Models con resolución geométrica de 25 m.
5.	<b>El trazo</b> , debe privilegiar el servicio a zonas de alta densidad poblacional.	Zonas urbanas	Ministerio de Agricultura- Mapa de Capacidad de Uso Mayor del Suelo
6.	<b>El trazo</b> , deberá privilegiar el paso por zonas turísticas	Atractivos paisajísticos Hábitats faunísticos manejados o con potencial de manejo	Ministerio de Agricultura- Mapa de Capacidad de Uso Mayor del Suelo
7.	<b>El trazo</b> , deberá privilegiar el paso por zonas potencialmente urbanizables, pero minimizando el paso también por zonas de alto riesgo sísmico.	Mapa de pendientes	Ministerio del Ambiente- Imágenes ASTER (Digital Elevation Models con resolución geométrica de 25 m.
8.	<b>El trazo</b> , deberá evitar o minimizar el paso por zonas protegidas, cuidando de ubicarse a una distancia de mínimo impacto al medio biótico y máximo acceso, en caso se ponga en valor a través algún tipo de actividad turística.	Mapa de Áreas Naturales protegidas	Oficina de Flora y Fauna Silvestre (Ex INRENA) Mapa de Zonas protegidas
9.	<b>La carretera</b> , NO GENERA SERVICIOS DE MOBILIDAD HOMOGENEA a todos los distritos que este atraviesa, la magnitud del	Mapa de áreas de influencia de servicio carretero	Mapa de áreas de influencia carretera Elaboración propia en base a

<sup>8</sup> **El trazo** carretero, a través del área de servidumbre y las zonas adyacentes al mismo, genera de forma automática, zonas urbanísticas potenciales que en la actualidad no están suficientemente articuladas con la normatividad de los gobiernos locales, por ende ya que esta urbanización espontanea es difícil de ser controlada, deberán el mismo, privilegiar el paso por zonas de morfología suave a plana, con el fin de promover una urbanización sostenible en el tiempo.

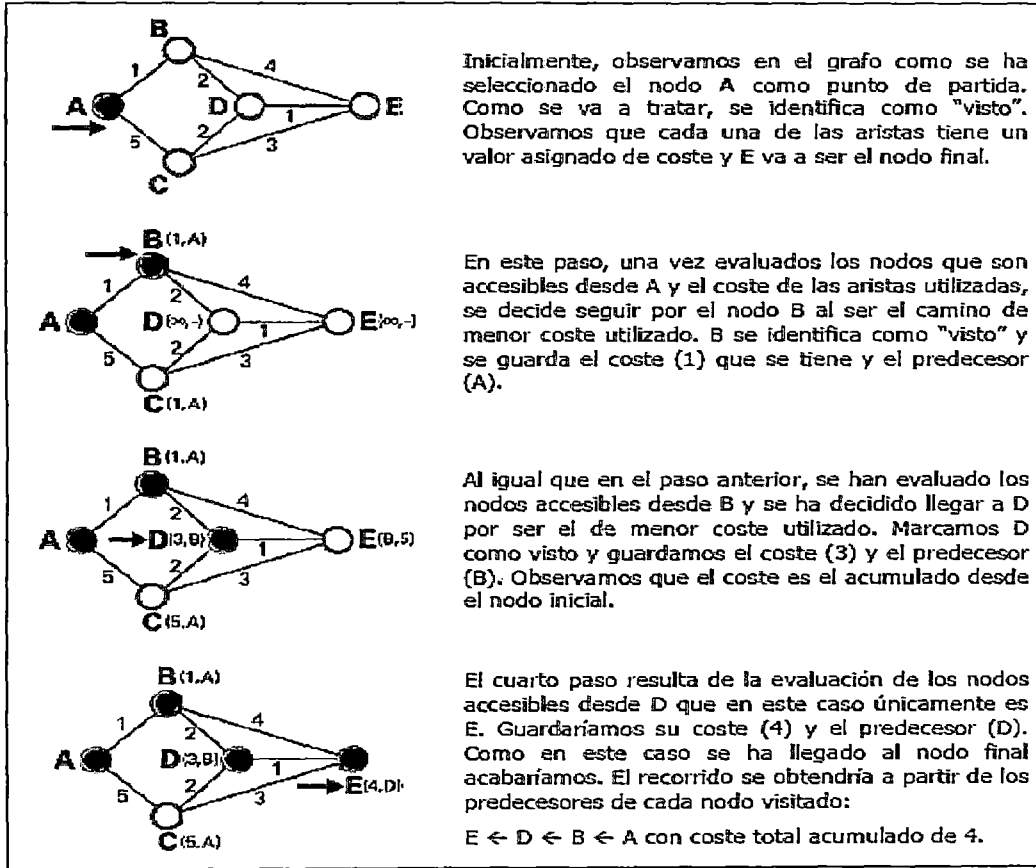
	servicio generado está en relación inversamente proporcional a la distancia entre el poblador o espacio a ser servido y la carretera. El modelo de análisis deberá considerar este principio, con el fin de estimar impactos reales y minimizar el impacto en espacios NO SERVIDOS POR LA CARRETERA O MINIMAMENTE SERVIDOS POR ELLA.		Mapa Vial del MTC
--	--	--	-------------------

Fuente: Elaboración propia

#### 4.9.4. Especificaciones del modelo propuesto

El objetivo es construir un modelo geoespacial tipo raster del espacio territorial objetivo en donde, dados un punto de inicio (A) y un punto de destino (B) en el territorio, el modelo genera y analiza alternativas de trazos posibles para unir los dos puntos antes mencionados. Estas alternativas están basadas por las variables condicionantes propias de cada territorio (factores). Estas varían debido a los distintos tipos de escenarios dados por la costa, sierra y selva y las actividades económicas que estas regiones van modelando en las economías territoriales.

El modelo raster así definido, simula un caminante que parte del punto de A (Cañete) y avanza hacia un punto B (Chupaca), haciendo uso del modelo de Dijkstra (FIGURA N° 48). El cual está inmerso en los algoritmos de la herramienta Least Cost Analysis de ArcGIS v 10.2



Inicialmente, observamos en el grafo como se ha seleccionado el nodo A como punto de partida. Como se va a tratar, se identifica como "visto". Observamos que cada una de las aristas tiene un valor asignado de coste y E va a ser el nodo final.

En este paso, una vez evaluados los nodos que son accesibles desde A y el coste de las aristas utilizadas, se decide seguir por el nodo B al ser el camino de menor coste utilizado. B se identifica como "visto" y se guarda el coste (1) que se tiene y el predecesor (A).

Al igual que en el paso anterior, se han evaluado los nodos accesibles desde B y se ha decidido llegar a D por ser el de menor coste utilizado. Marcamos D como visto y guardamos el coste (3) y el predecesor (B). Observamos que el coste es el acumulado desde el nodo inicial.

El cuarto paso resulta de la evaluación de los nodos accesibles desde D que en este caso únicamente es E. Guardaríamos su coste (4) y el predecesor (D). Como en este caso se ha llegado al nodo final acabaríamos. El recorrido se obtendría a partir de los predecesores de cada nodo visitado:

$E \leftarrow D \leftarrow B \leftarrow A$  con coste total acumulado de 4.

FIGURA N° 48 : Ejecución del Modelo de Dijkstra  
 Fuente : "Mínimo Coste entre Dos puntos", David Fernández de Mera (2008)

Resumido así el modelo, basta con construir el escenario de alternativas que el caminante imaginario deberá recorrer, representado por los números discriminantes que aparecen en las líneas que unen los puntos intermedios que recorre el mismo.

En nuestro caso, la asignación de los números de discriminación o también llamados "rutas de coste" será de acuerdo a los condicionantes favorables o desfavorables que presente cada variable o factor considerado en el modelo para el acceso al punto destino. La FIGURA N° 49, muestra una matriz en el cual está definido un trazo que sigue los valores de menor valor nominal de las celdas, o una ruta de que pasa por los mínimos valores nominales (mínimo coste).

991	998	999	1000	993	990	989	1002
990	1000	1010	1008	998	992	986	1001
997	1003	1009	1011	1000	992	987	1003
<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>			<b>D</b>
1000	1006	1022	1015	1003	998	985	1000
999	1007	1025	1017	1005	998	990	1002
998	1005	1030	1020	1010	1001	1002	1005

FIGURA N° 49 : Línea de costo mínimo  
Fuente : CHAOQING YU, Department of Geography,  
Pennsylvania State University, State College,

Por ejemplo, si la variable de discriminación es “la pendiente”, el caminante siempre seleccionara el vector de dirección de *menor pendiente*, dentro de las opciones de camino que tengan sentido de dirección hacia el punto destino (Chupaca). Por otro lado si la variable o factor es “*acceso a zonas agrícolas menos productivas*”, el número discriminante en este caso es menor nominalmente para aquellas zonas más productivas. Así sucesivamente, el modelo va tomando decisiones que implican llegar al punto destino, basado en los factores que se hallan considerado para una zona en particular, en este caso, el corredor de acceso que representa la carretera Cañete – Yauyos –Chupaca.

#### 4.9.5. Selección de factores pertinentes al modelo

De acuerdo a las características del desarrollo analizado en las carreteras longitudinales y transversales en esta investigación, se han venido mencionando variados factores relacionados a los mismos que pueden generar potenciales o demandas actuales del territorio. Mas, no todos estos factores aportan un peso específico significativo a la definición del trazo carretero, es por ello que pasaremos a filtrar la pertinencia de su utilización dentro del modelo propuesto.

El presente análisis se realiza con el fin de inferir mediante un proceso inductivo y validar la pertinencia del uso de estos factores en el modelo de predicción del trazo carretero de máxima eficiencia.

Para ello contamos con factores que en parte fueron trabajados en conjunto con los alumnos del Curso de Titulación 2011-I. Así como también factores adicionales propuestos de forma preliminar en esta investigación.

#### a) FACTOR DE NATURALEZA GEOMETRICA (PENDIENTE)

La pendiente es un factor no solo pertinente sino básico en la concepción del trazo carretero. Esta variable independiente es vital en el modelamiento del trazo, ya que la misma define la inclinación máxima permisible para cada tramo.

#### b) FACTORES DE NATURALEZA GEODINAMICA EXTERNA RELACIONADA A RIESGOS (SISMICIDAD)

Si bien es cierto las aceleraciones son un factor considerado en el diseño de estructuras civiles en general, este **no tiene mayor pertinencia** en la definición del trazo en sí mismo. Tenemos por un lado que las franjas de territorio de aceleración homogénea son paralelas a la costa peruana, por ende, si se construye un trazo perpendicular a la misma, como lo constituye una carretera de penetración, esta se alejara de zonas de mayor riesgo a menor riesgo, cualquiera sea el trazo que se diseñe. Por ende, después de este análisis, **no consideramos pertinente esta variable independiente en el modelo final.**

#### c) FACTORES DE NATURALEZA MEDIO AMBIENTAL

##### Mapa de Uso Potencial del Suelo (Capacidad de Uso Mayor)

El mapa de Capacidad de Uso Mayor del Suelos, fue desarrollado por el ex INRENA y hoy es administrado por el Ministerio del ambiente. El mismo es de naturaleza vectorial. El factor Capacidad de Uso Mayor **es totalmente pertinente al trazo carretero**, ya que define de forma precisa los tipos de actividades y áreas para el cual el territorio tiene potencialidades en este caso basado en las características del suelo.

### **Riesgo a heladas**

Consideramos que el Riesgo a Heladas, es un factor que no afecta de forma directa al trazo carretero, de forma análoga al factor de aceleraciones sísmicas, este factor varía de forma cuasi paralela a la costa peruana, debido a su relación directa con las bajas temperaturas propias de las alturas significativas que se presentan conforme nos alejamos de la costa. **No consideramos permitiente su inclusión** en el modelo de trazo carretero, más si en otro modelo tendiente a definir el diseño del pavimento en sí.

### **Riesgo en zonas húmedas**

Consideramos que el Riesgo EN Zonas Húmedas, es un factor que no afecta de forma directa al trazo carretero. **No consideramos pertinente su inclusión** en el modelo de trazo carretero, más si en otro modelo tendiente a definir el diseño del pavimento en sí.

### **Riesgo a sequías**

Consideramos que el Riesgo a Sequías, es un factor que no afecta de forma directa al trazo carretero. **No consideramos pertinente su inclusión** en el modelo de trazo carretero, más si en otro modelo tendiente a definir el diseño del pavimento en sí.

## **d) FACTORES SOCIALES Y ECONOMICOS**

En general los factores sociales y económicos que señalaremos están relacionados a fortalezas urbanas que es parte del medio materia de estudios, es decir del espacio racionalizado.

Ya que el objeto de este estudio *es el trazo*, analizaremos la pertinencia de cada factor social y económico respecto a su sensibilidad por parte del *trazo carretero*.

Las actividades económicas son aquellas que permiten la generación de riqueza dentro de una comunidad mediante la extracción, transformación y distribución de los recursos naturales o bien de algún servicio; teniendo como fin la satisfacción de las necesidades humanas. Para nuestra área de influencia las actividades económicas consideradas son la agropecuaria, la forestal, la pesca, la minería, industria, la construcción, el comercio y otros servicios. Existen tres tipos de actividad económica: la primaria, la secundaria y la terciaria.

### **Actividad Económica Primaria (AEP)**

Son aquellas que se dedican puramente a la extracción de los recursos naturales, ya sea para el consumo o para la comercialización. Están clasificadas como primarias: la agropecuaria, la forestal, la pesca y la minería

### **Actividad Económica Secundaria (AES)**

Este sector se refiere a las actividades industriales, aquellas que transforman los recursos del sector primario. Dentro del mismo, las industrias ligeras producen bienes de consumo inmediato como alimentos, zapatos, bolsas, juguetes, mientras que las pesadas, maquinaria y otros insumos para otros sectores; las industrias manufactureras se encargan de la elaboración de productos más complejos a través de la transformación de las materias primas

### **Actividad Económica Terciaria (AET)**

Gracias a estas actividades, la población humana encuentra comodidad y bienestar. Consisten básicamente en la prestación de algún servicio.

### **Ubicación de la Actividad Económica (UAE)**

La variable de actividades económicas se complementa con la variable ubicación. Se toma como premisa que las actividades económicas desarrolladas en los pisos altitudinales más altos corresponden a distritos más vulnerables y las desarrolladas en pisos más bajos corresponden a poblaciones menos vulnerables

**Si es pertinente** el considerar al trazo como variable dependiente con respecto a la independencia de las actividades generadoras de ingresos. Estas últimas, deben ser obligatoriamente servidas por la infraestructura carretera con el fin de darle sustento y proyectar su futuro desarrollo en un territorio acondicionado.

### **Modelo de Bienestar Social**

Este modelo es la representación espacial de las zonas que expresan el mayor grado de vulnerabilidad en el bienestar social y está compuesto por las siguientes capas:

- Modelo geoespacial de Índice de Desarrollo Humano (IDH)
- Modelo geoespacial de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)
- Modelo geoespacial de Incidencia en la Pobreza Total (IPT)



- Modelo geoespacial de Organizaciones Sociales (OS)
- Modelo geoespacial de Conflictos Sociales (CS)

La valoración y zonificación del bienestar social se obtiene por superposición de efectos de las capas mencionadas líneas arriba mediante el empleo de SIG aplicando el siguiente algoritmo:

Estas variables, permiten analizar las características socioeconómicas y las carencias de la población, como causas que contribuyen a definir su nivel de vulnerabilidad. La lógica es que a mayores niveles de pobreza total, porcentajes de hogares con dos o más NBI, mayores conflictos sociales sumados a un bajo IDH y a una menor presencia de organizaciones sociales, conllevan a que las poblaciones presenten mayores niveles de vulnerabilidad.

Si bien es cierto los indicadores mencionados son bastante pertinentes en la medición de resultados de acciones de desarrollo, los mismos como tales no generan desarrollo sino los miden (o el no desarrollo). **Por lo tanto consideramos que las mismas no son pertinentes** como variables independientes en la inferencia del trazo carretero.

## MODELO DE SALUD INFANTIL

Este modelo es la representación espacial de las zonas que expresan el nivel de riesgo en la salud infantil y está compuesto por las siguientes capas:

- Modelo geoespacial de la Tasa de Desnutrición Crónica (TDC)
- Modelo geoespacial de la Tasa de Mortalidad Infantil (TMI)
- Modelo geoespacial de la Tasa Global de Fecundidad (TGF)

Estas variables permiten analizar los problemas de salud en los niños. Se entiende que a mayor riesgo en la salud, mayor nivel de vulnerabilidad.

Si bien es cierto los indicadores mencionados son bastante pertinentes en la medición de resultados de acciones de salud, los mismos como tales no generan desarrollo sino los miden en desde este enfoque de sanidad. Por lo tanto

consideramos que las mismas **no son pertinentes** como variables independientes en la inferencia del trazo carretero

## **MODELO DE INFRAESTRUCTURA BASICA**

### **Estructura de Modelo**

Este modelo es la representación espacial de las zonas que expresan un nivel de protección social por la prestación o disponibilidad de servicios básicos y está compuesto por las siguientes capas:

- Modelo geoespacial de Cobertura de Servicios Públicos (CSP)
- Modelo geoespacial de Infraestructura de Educación (IE)
- Modelo geoespacial de Infraestructura de Salud (IS)
- Modelo geoespacial de Infraestructura Vial (IV)

En los casos anteriores, es el trazo carretero el que influye en el factor analizado. En este caso son los servicios que poseen los distritos, los que resultan atractivos para la población dinámica que es parte del tránsito carretero. Por ende **su consideración sí es pertinente para el modelo.**

### **RESUMEN FINAL DE VARIABLES PERTINENTES**

Las variables Independientes finales, que son parte del modelo de prospección propuesto, después del proceso de selección son:

**La Pendiente**, es indiferente al escenario urbano o rural, este deber ser obligatoriamente respetado de acuerdo a los parámetros ya establecidos por el Manual de Carreteras.

**La Capacidad de Uso Mayor** modela un escenario ideal futuro a nivel rural, es el cual los suelos y zonas de protección, son maximizados debido a que podemos diseñar un trazo que las ponga en valor debido a su cercanía a esta.

**Las Actividades Económicas y la Infraestructura Básica**, modela el escenario actual urbano que debe ser atentado por los servicios carreteros.

**Las Áreas de Uso Urbano Actual**, representan los centros urbanos de mayor desarrollo a la fecha, representados por las capitales de los distritos presentes en el área.

**Las Áreas de Uso Potencial Urbano**, representan un escenario futuro en el cual son relevantes las áreas de expansión urbana, así como los espacios con potencial de desarrollar actividad humano en medio racionalizado.

#### **4.9.6. Escenarios prospectivos de trazo carretero**

Los escenarios de diseño de trazo carretero, están definidos por la vocación de desarrollo que posee un territorio; una marcada tendencia agrícola como lo es el

Valle del Mantaro, es distinto al Distrito de Ilabaya en Tacna, con vocación netamente minera (solo 2% de cobertura vegetal). En el primero de los casos debemos priorizar el paso por los lugares de acopio o a través de un eje que cubra la mayor parte de parcelas agrícolas productivas, en el segundo caso se deberá priorizar el diseño netamente geométrico y tendiente a cubrir la menor distancia posible entre dos puntos.

En este contexto, se presentan los siguientes “**Escenarios prospectivos de trazo carretero**”. Todos ellos están basados en las variables que han sido definidas como *pertinentes al trazo carretero* en ítems anteriores.

### **ESCENARIO I Trazo carretero según pendientes mínimas**

En este escenario, se hace uso de una sola variable para unir dos puntos en un territorio, esta es la pendiente de menor valor nominal. Bajo este criterio el modelo diseño el trazo de mayor eficiencia.

### **ESCENARIO II Trazo Carretero según volumen de la población a ser atendida**

En escenario está definido por dos variables, la primera relacionada al volumen de población de cada capital de distrito y la segunda con la consideración de espacios de menor pendiente. Ambas variables participan en igual proporción de prioridad en la definición del trazo.

### **ESCENARIO III Trazo Carretero según locaciones con potencial urbanístico**

En este escenario se da mayor peso al espacio urbano actual y potencial, definido por los espacios de menor pendiente pero máxima área, tanto próximas a las ciudades actuales como alejadas pero suficientemente grandes como para albergar nuevos asentamientos humanos. No se analiza el servicio carretero en un escenario actual, sino más bien en un escenario de desarrollo potencial futuro (como es común en los Planes de Desarrollo en USA), en el cual se infiere la capacidad de crecimiento que posee un espacio urbano o urbanizable, en función al área potencial para expansión urbana y la homogeneidad y suavidad de la pendiente existente, de tal forma que no encarezca la urbanización de la misma. Posteriormente se construye la carretera, se dotan áreas con servicios urbanos y se ofertan posteriormente al mercado.

#### **ESCENARIO IV Trazo carretero según acceso a infraestructura urbana**

En este escenario, los espacios urbanos con mayores índices de servicios urbanos relacionados a salud, educación, agua potable son priorizados por el trazo carretero, una variable adicional que participa en igual proporción es la pendiente de menor valor nominal.

#### **ESCENARIO V Trazo carretero según acceso a espacios con potencial agrícola**

En este escenario, son los espacios con potencial agrícola los que son priorizados para el paso carretero, el mapa base para la generación de este trazo es el de Capacidad de Uso Mayor del Suelo (CUM), el cual resume cada uno de los usos potenciales de cada espacio territorial definido por el mismo. Así como los espacios eriazos y las reservas naturales, lagos, etc. Asimismo se incluye en el modelo el criterio de priorización a los espacios de menor pendiente.

#### **ESCENARIO VI Trazo Carretero con tendencia al servicio integral**

Los modelos planteados en los escenarios anteriores (I al IV), en casi ningún caso se presentan de forma aislada. El medio físico y natural son holísticos, al incluir todos los actores mencionados en los escenarios antes mencionados. Por ende este último modelo representa con menor margen de error, a los espacios que comúnmente se encuentran y sirve de escenario para el diseño del Trazo Carretero de Máxima Eficiencia.

#### **4.9.7. Proceso de diseño de trazos por escenarios**

Cada escenario fue trabajado con la herramientas propias de ArcGIS ArcMap v 10.2 la cual requiere de insumos de información específicos.

Con el fin de automatizar estos procesos de cálculo se hizo uso de la herramienta MODEL BUILDER, la cual permite hacer uso de un entorno de programación gráfico, en el cual los componentes principales son las herramientas de geoproceto ya presentes en el ArcToolBOX.

El proceso de cálculo de Trazo Carretero de Menor Costo, como es llamado por la literatura mundial por la traducción del nombre de la herramienta desde el Inglés (Least Cost Analysis), básicamente busca que el trazo sea por lugares en el cual el avance desde el punto de origen hacia el final, se realice con el menor grado de oposición por parte de la variable o variable que sean seleccionadas. La variable

más representativa es LA PENDIENTE, ya que la misma se encuentra ampliamente normalizada en los Manuales correspondientes a Carreteras de todos los países de mundo. Es posible también sumar variables adicionales al criterio topográfico dado por la pendiente, en este caso, la pertinencia de la inclusión de estas variables ya fue analizada en ítems anteriores (SELECCIÓN DE FACTORES PERTINENTES AL MODELO)

#### 4.9.8. Modelado de variables dependientes

##### Modelamiento raster de pendientes

El modelo raster de pendientes, ha sido construido íntegramente en el entorno ArcGIS 10.2, mediante la aplicación sucesiva de los procesos de: Creación de una red Entrelazada de Triángulos (TIN en Inglés), conversión a cobertura raster y posteriormente generación de mapa raster de pendientes. Las pendientes así generadas (en grados), variando de 0° a 90°, se dividieron en 10 grupos (Tabla 14) y se normalizó el mapa mediante la reasignación a valores enteros de menor a mayor de 1 a 10 (1 menor pendiente 0° y 10 máxima pendiente 90°), en lugar de los valores originales de pendiente. Entendiéndose como los valores nominales menores como aquellos que se ocasionan menor costo de movilización (FIGURA N° 50).

Tabla 14 Generación de Matriz equivalente.

Ítem	Pendiente	Peso Ponderado
1	0°-5°	1
2	5°-10°	2
3	15°-20°	3
4	20°-25°	4
5	25°-35°	5
6	35°-40°	6
7	40°-45°	7
8	45°-55°	8
9	55°-70°	9
10	70°-90°	10

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la matriz de equivalencias así generado, el modelo raster posee estos valores enteros que representan de alguna forma el costo de atravesar el territorio (menos pendiente menor costo), este modelo generado a su vez pasa a ser insumo de información para el modelo final. El cual requiere que sus insumos de información sean pixeles que posean valores enteros positivos.

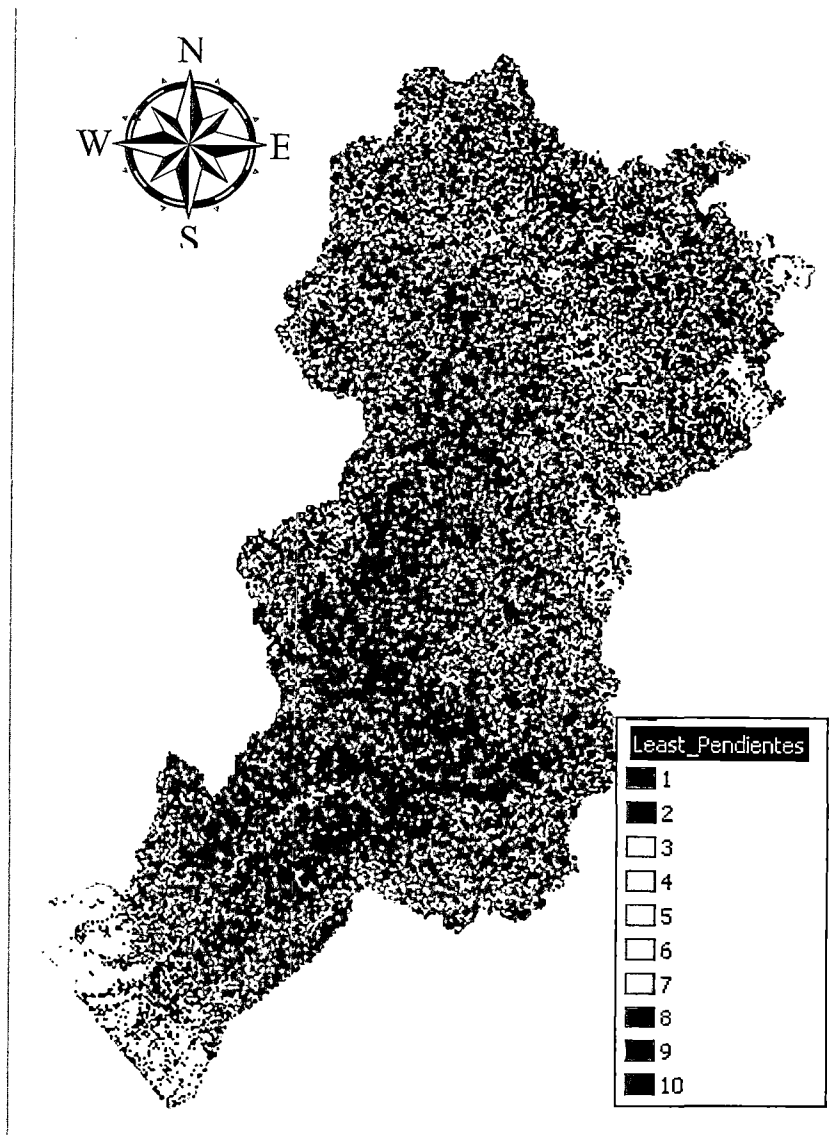


FIGURA N° 50 : Modelo Raster de Pendientes  
Fuente : Elaboración propia

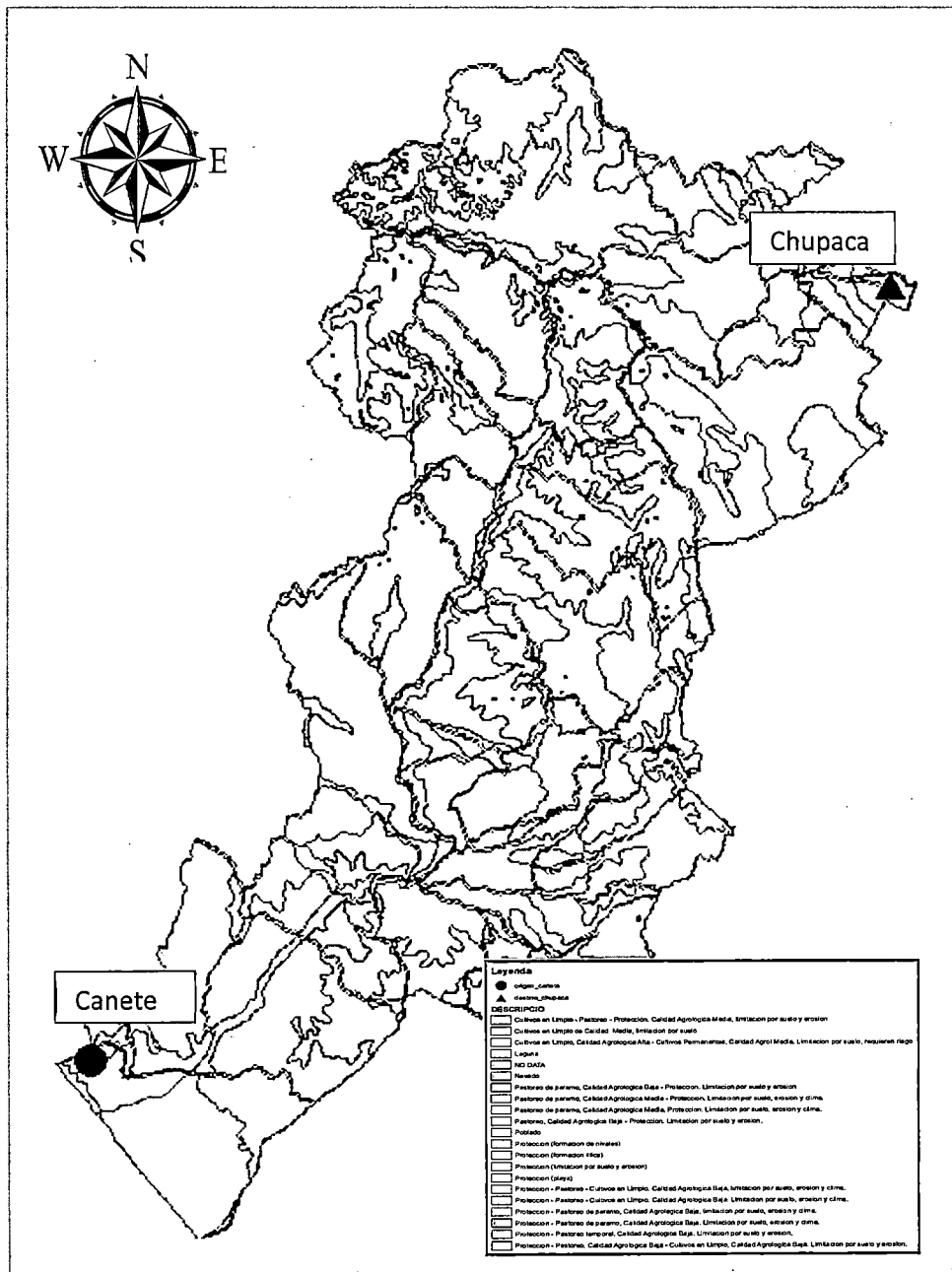


FIGURA Nº 51 : Mapa de Capacidad de Uso Mayor del Suelo  
 Fuente : INRENA

Leyenda	
!	origen_canete
#	destino_chupaca
DESCRIPCIO	
<input type="checkbox"/>	Cultivos en Limpio - Pastoreo - Proteccion. Calidad Agrologica Media, limitacion por suelo y erosion
<input type="checkbox"/>	Cultivos en Limpio de Calidad Media, limitacion por suelo
<input type="checkbox"/>	Cultivos en Limpio, Calidad Agrologica Alta - Cultivos Permanentes, Calidad Agrol Media. Limitacion por suelo, requieren riego
<input type="checkbox"/>	Laguna
<input type="checkbox"/>	NO DATA
<input type="checkbox"/>	Nevado
<input type="checkbox"/>	Pastoreo de paramo, Calidad Agrologica Baja - Proteccion. Limitacion por suelo y erosion
<input type="checkbox"/>	Pastoreo de paramo, Calidad Agrologica Media - Proteccion. Limitacion por suelo, erosion y clima.
<input type="checkbox"/>	Pastoreo de paramo, Calidad Agrologica Media. Proteccion. Limitacion por suelo, erosion y clima.
<input type="checkbox"/>	Pastoreo, Calidad Agrologica Baja - Proteccion. Limitacion por suelo y erosion.
<input type="checkbox"/>	Poblado
<input type="checkbox"/>	Proteccion (formacion de nivales)
<input type="checkbox"/>	Proteccion (formacion litica)
<input type="checkbox"/>	Proteccion (limitacion por suelo y erosion)
<input type="checkbox"/>	Proteccion (playa)
<input type="checkbox"/>	Proteccion - Pastoreo - Cultivos en Limpio. Calidad Agrologica Baja, limitacion por suelo, erosion y clima.
<input type="checkbox"/>	Proteccion - Pastoreo - Cultivos en Limpio. Calidad Agrologica Baja. Limitacion por suelo, erosion y clima.
<input type="checkbox"/>	Proteccion - Pastoreo de paramo, Calidad Agrologica Baja, limitacion por suelo, erosion y clima.
<input type="checkbox"/>	Proteccion - Pastoreo de paramo, Calidad Agrologica Baja. Limitacion por suelo, erosion y clima.
<input type="checkbox"/>	Proteccion - Pastoreo temporal, Calidad Agrologica Baja. Limitacion por suelo y erosion.
<input type="checkbox"/>	Proteccion - Pastoreo, Calidad Agrologica Baja - Cultivos en Limpio, Calidad Agrologica Baja. Limitacion por suelo y erosion.

FIGURA N° 52 : Leyenda ampliada FIGURA N° 51  
Fuente : Elaboración propia

Tabla 15 priorización de paso según Usos

Raster	% Influence	Field	Scale Value
		Proteccion - Pastor	1
		Proteccion (formaci	1
		Pastoreo de param	1
		Proteccion (limitaci	1
		Laguna	1
		Nevado	10
		NO DATA	10
		Pastoreo de param	8
		Proteccion - Pastor	8
		Proteccion - Pastor	8
		Proteccion (formaci	8
		Pastoreo, Calidad	8
		Cultivos en Limpio,	1
		Proteccion - Pastor	1
		Poblado	1
		Proteccion (playa)	1
		Cultivos en Limpio	1
		Cultivos en Limpio	1
		NODATA	NODATA

Fuente : Elaboración propia captura desde MODEL BUILDER en ArcGIS.



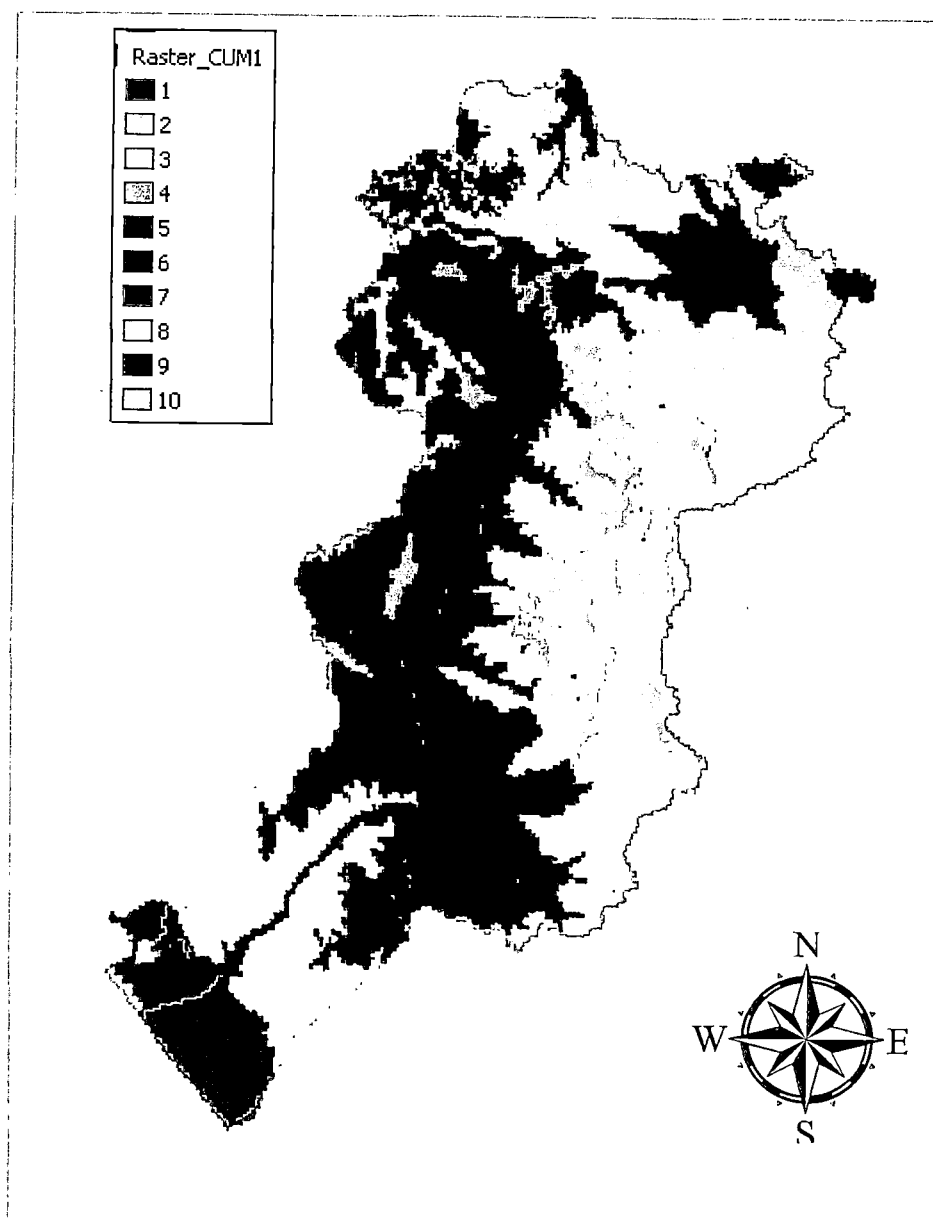


FIGURA N° 53 : Modelo Raster del Potencial del Suelo  
Fuente : Elaboración propia

La FIGURA N° 53 muestra la aplicación de la normalización espacial, a los territorios definidos en el Mapa de capacidad de Uso Mayor de Suelos.

### Modelo de economía Primaria

. En la Tabla 16 nos muestra la escala de valoración definida para esta variable.  
Es pertinente su inclusión en el modelo.

Tabla 16 Escala Actividad Primaria

Actividad Primaria		Nivel de Vulnerabilidad
% PEA ocupada por distrito que desarrolla la actividad	Valor	
> 72.0	0	MUY BAJO
53.7 – 72.0	1	BAJO
34.1 – 53.7	2	MODERADO
27.9 – 34.1	3	ALTO
<27.9	4	MUY ALTO

Fuente: Elaboración propia

### Modelo de economía secundaria

. En la Tabla 17 nos muestra la escala de valoración definida para esta variable.  
Es pertinente su inclusión en el modelo.

Tabla 17 Escala de Actividad Secundaria

Actividad Secundaria		Nivel de Vulnerabilidad
% PEA ocupada por distrito que desarrolla la actividad	Valor	
> 29.5	0	MUY BAJO
25.0 – 29.5	1	BAJO
20.5 – 25.0	2	MODERADO
6.2 – 20.5	3	ALTO
< 6.2	4	MUY ALTO

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 18 nos muestra la escala de valoración definida para esta variable.

Tabla 18 Escala de valoración Actividad Terciaria

Actividad Terciaria		Nivel de Vulnerabilidad
% PEA ocupada por distrito que desarrolla la actividad	Valor	
> 53.5	0	MUY BAJO
39.4 – 53.5	1	BAJO
26.0 – 39.4	2	MODERADO
12.6 – 26.0	3	ALTO
<12.6	4	MUY ALTO

Fuente: Elaboración propia

Se considera como lógica de esta variable que a menor porcentaje de población económicamente activa que se dedica a cierto tipo de actividad económica, el nivel de vulnerabilidad es mayor. Es pertinente su inclusión en el modelo.

### Modelo de Ubicación actividades económicas

. En la Tabla 19 se muestra la valoración de los pisos altitudinales considerados en el análisis.

Tabla 19 Escala de valoración Altitud

Pisos Altitudinales	Cotas (MSNM)	Valor	Nivel de Vulnerabilidad
Chala	0 - 500	0	MUY BAJO
Yunga	1000 - 2300	1	BAJO
Quechua	2300 - 3500	2	MODERADO
Suni	3500 - 4000	3	ALTO
Puna	4000 - 4800	4	MUY ALTO

Fuente: Elaboración propia

Este sub modelo es la representación espacial de las zonas que expresan el nivel de desarrollo en las actividades generadoras de ingresos y está compuesto por los siguientes modelos:

- Modelo geoespacial de Riegos Actividades Económicas Primarias (AEP)

- Modelo geoespacial de Riesgos en Actividades Económicas Secundarias (AES)
- Modelo geoespacial de Riesgos en Actividades Económicas Terciarias (AET)
- Modelo geoespacial de Riesgos en Ubicación de las Actividades Económicas (UAE)

La valoración y zonificación de las actividades económicas se obtiene por superposición de efectos de los modelos mencionados líneas arriba mediante el empleo de SIG aplicando el siguiente algoritmo:

$$SM2 = Y_1*(AEP) + Y_2*(AES) + Y_3*(AET) + Y_4*(UAE)$$

Estas variables de actividades económicas se complementa con su ubicación según el piso altitudinal al que corresponde el distrito, se toma como premisa que las actividades económicas desarrolladas en los pisos altitudinales más altos corresponden a poblaciones más vulnerables y las desarrolladas en pisos más bajos corresponden a poblaciones menos vulnerables.

### **Modelamiento raster de Mapa de Modelo de Factores Sociales y Económicos**

El modelo como tal al estar basado en el riesgo, informa por ende de los lugares más favorable para la actividad económica y de los más desfavorables, en este caso basados en los pisos altitudinales potenciales que estas actividades tienen.

El acondicionamiento que realizaremos será la extrapolación de los valores actuales a una escala de números enteros del 1 al 4, respetando los mayores valores relacionados a los de mayor riesgo y el menor igual. Entendiéndose en este escenario que es más pertinente el trazo carretero por espacios donde hay más potencial de desarrollo económico debido al menor riesgo asociado, en este caso proveniente del clima.

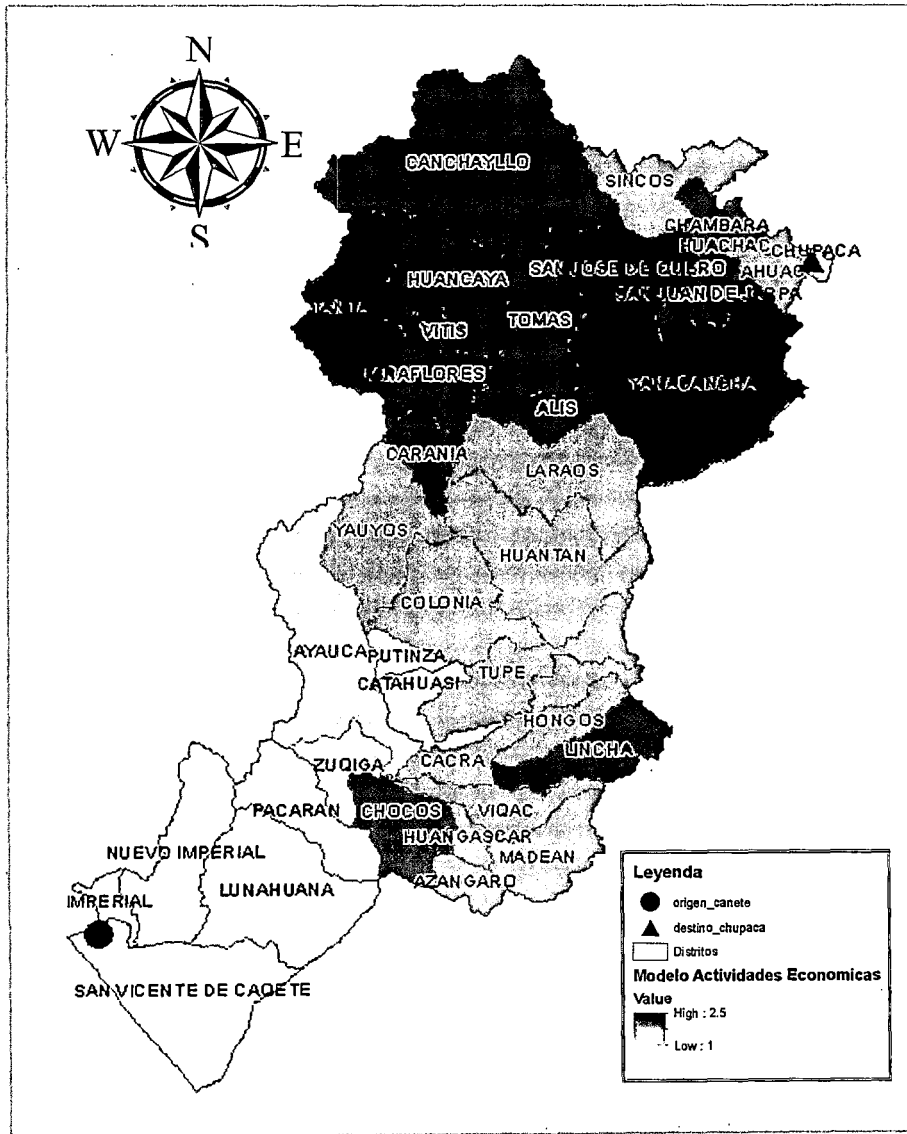


FIGURA N° 54 : Modelo de Riesgos en Actividades Económicas  
 Fuente : Elaboración propia

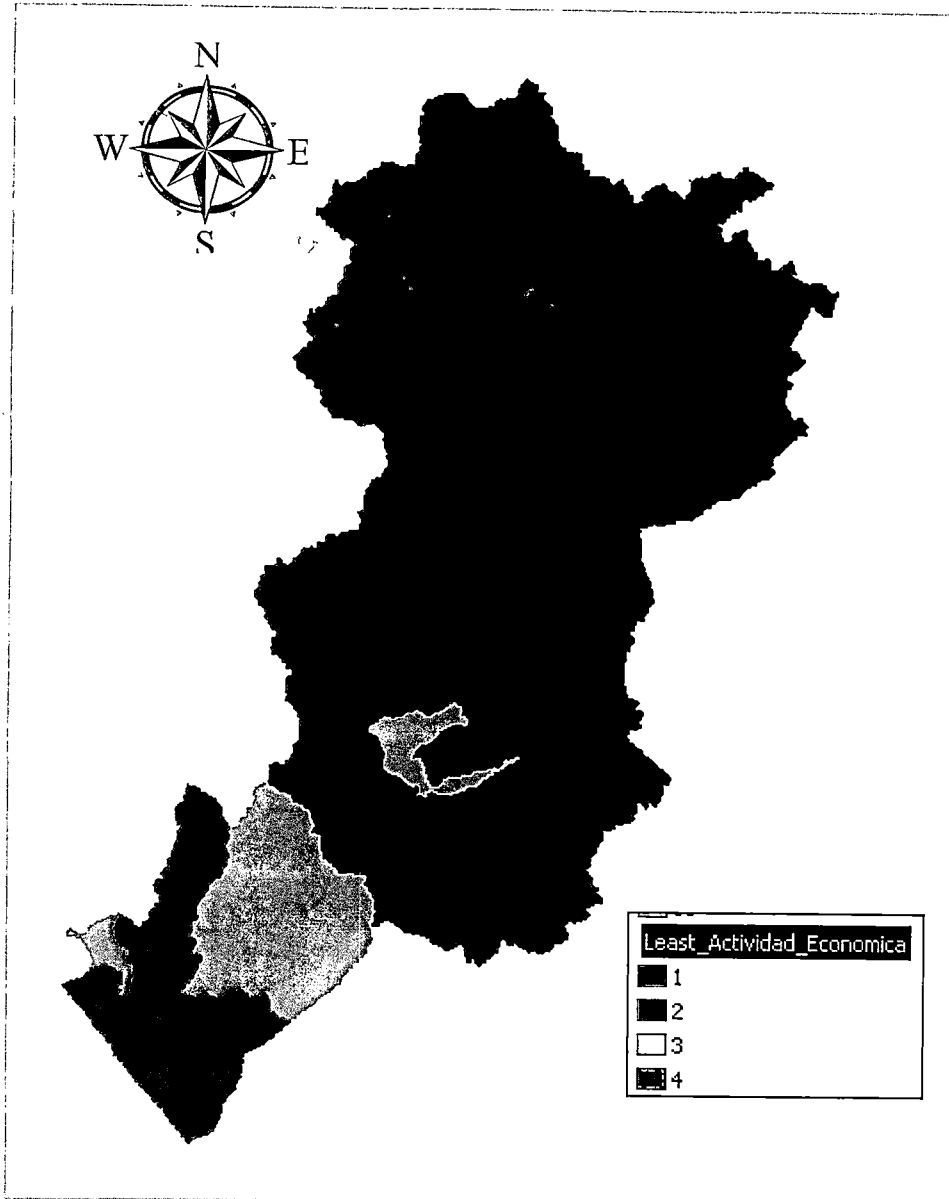


FIGURA N° 55 : Actividades Económicas  
Fuente : Elaboración propia

### **.Modelamiento raster de Mapas de Infraestructura Básica**

La valoración y zonificación de las Infraestructuras Básicas se obtiene por superposición de efectos de las capas mencionadas líneas arriba mediante el empleo de SIG aplicando el siguiente algoritmo:

$$SM3 = Y_1*(CSP) + Y_2*(IE) + Y_3*(IS) + Y_4*(IV)$$

La lógica de este sub modelo es que a menor cantidad de infraestructura existente en los distritos, muestren menores niveles de protección por la prestación o disponibilidad de menor número de servicios; por lo tanto las poblaciones presentarán mayor nivel de vulnerabilidad.

El modelo SM3, es mostrado en la figura N° 55. El mismo contiene valores decimales que van desde 0.54 a 3.81. Este rango de datos fue homogenizado de acuerdo a los requerimientos del modelo de trazado de Trazo de Máxima eficiencia. Es por ello que fue extrapolado a una escala de 1 a 10, pero considerando que los valores menores a nivel nominal corresponden con los valores menos Deficitarios de Infraestructuras. Es decir el trazo carretero es privilegiado por espacios con mayor cantidad de servicios que ser brindados a los pasajeros que son parte del tránsito de la misma.

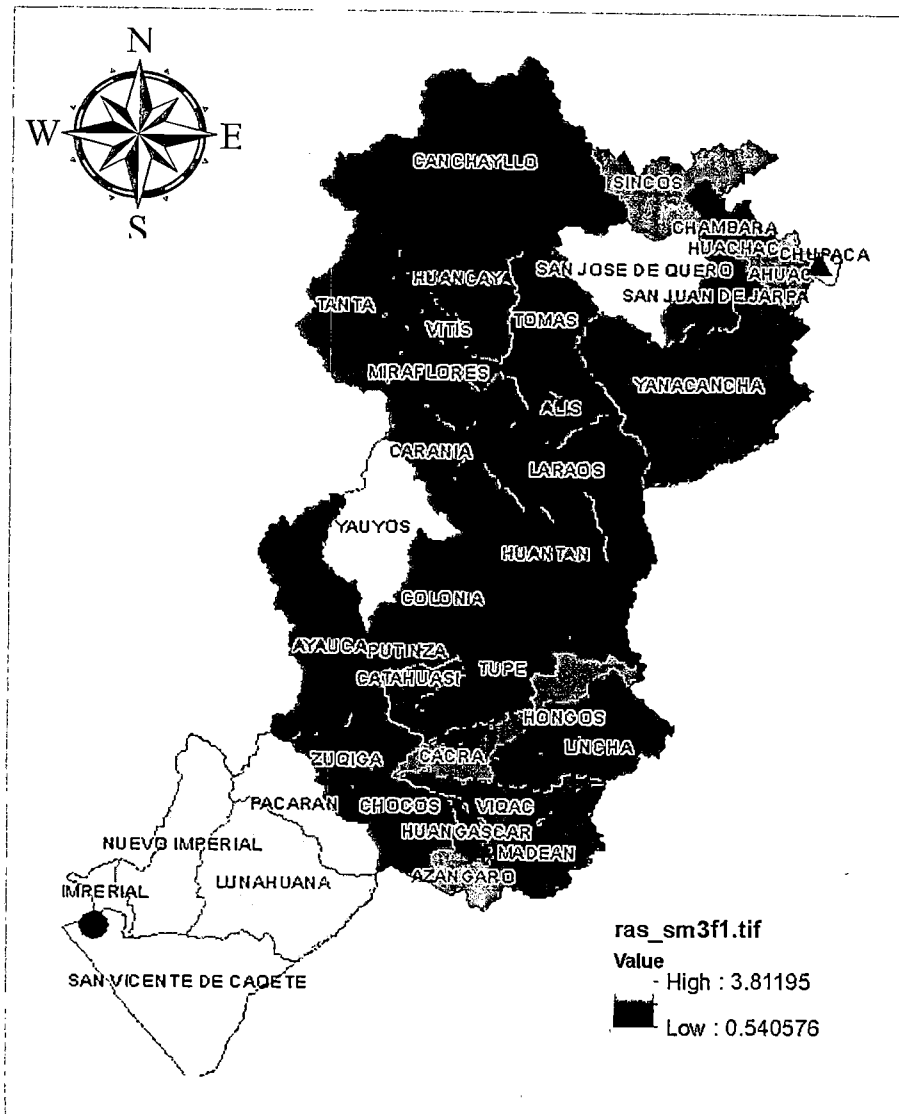


FIGURA N° 56 : Modelo Déficit de Infraestructura Básica  
Fuente : Elaboración Propia

Esta extrapolación fue realizada con la herramientas *Reclassify* en el conjunto de herramientas de *Spatial Analyst* en *ArcMap v.10.2*. Obteniendo un modelo homogenizado final (FIGURA N° 57)



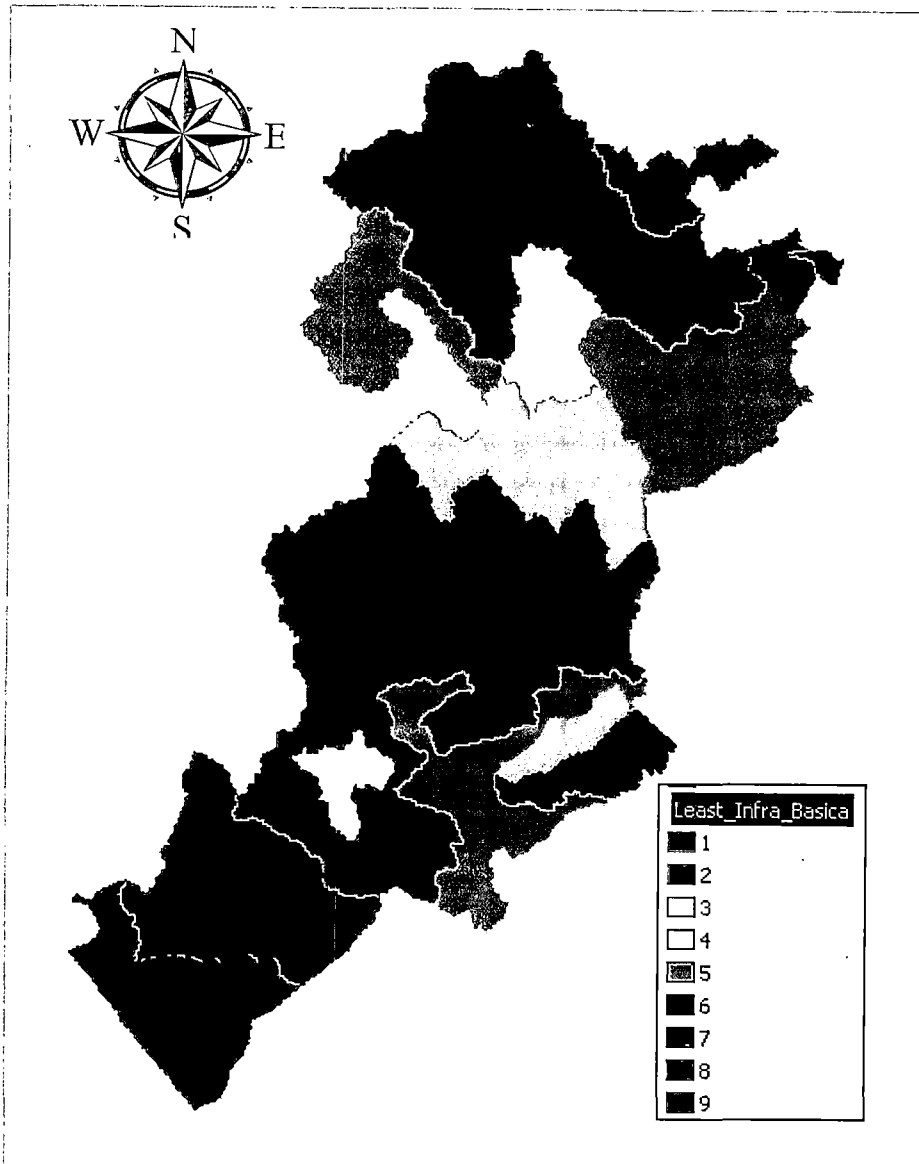


FIGURA N° 57 : Modelo Raster de Infraestructura Básica  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.9.9. Modelos creados

Se han creado 6 modelos, de acuerdo a cada uno de los escenarios propuestos, los mismos se detallan a continuación. Cada uno de ellos con el soporte de la herramienta MODEL BUILDER de ArcGIS 10.2. Los detalles de los procesos y variables presentes en los mismos se desarrollan en el Anexo correspondiente.

## ESCENARIO I Trazo carretero según pendientes mínimas

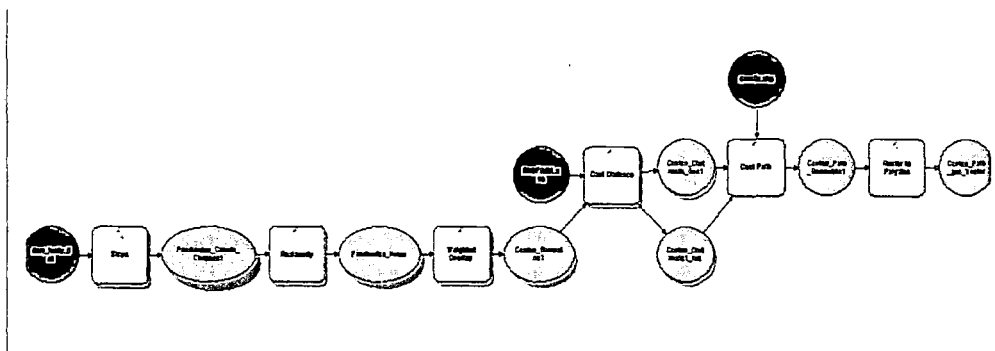


FIGURA N° 58 : Modelo de Geo procesos para ESCENARIO I  
Fuente : Elaboración propia

### Insumos de Información :

- Capa vectorial representando los puntos de Inicio y destino respectivamente (Cañete y Chupaca)
- Capa raster de DEM (Digital Elevation Model)

### Geoprocesos presentes:

- Convertir DEM en Capa de Pendientes en grados (Función Slope)
- Homogenizar la Capa de Pendientes en grados a valores entre 1 y 10 (1 para 0° y 10 para 90°) (Funcion Reclassify)
- Dar Pesos Ponderados a Capa de Pendientes Homogenizada (Funcion Weighted Overlay)<sup>9</sup>
- Calcular el Raster de Costos de Distancias (Funcion Cost Distance)
- Calcular el Raster Cost Path, la cual es el Trazo buscado (Funcion Cost Path)
- Convertir el Raster Cost Path anterior en una Capa Vectorial

### Análisis de Trazo final generado

El escenario de pendientes mínimas es aquel que enfoca a la carretera como una infraestructura que dará servicio solo al tránsito vehicular que demande de ella, no depende de ninguna otra variable que no sea la de cruzar por espacios de pendientes suaves en la medida que sea posible.

Con respecto al trazo final generado entre Cañete y Chupaca (Mapa V-1 presente en los Anexos, Trazo en color Blanco), el mismo es común a la carretera actual desde la Ciudad de Cañete hasta el centro poblado de Catahuasi, de ahí en

<sup>9</sup> En este caso el peso que se le asigne es indiferente ya que las pendientes homogenizadas es la única capa del Modelo

adelante conforme las cotas van en aumento, el algoritmo diseño trazos de menor pendiente al Sur de la carretera actual, con distancias hasta un máximo de 36 Km entre el Trazo Calculado y el Trazo actual.

## ESCENARIO II Trazo Carretero según volumen de población a ser atendida

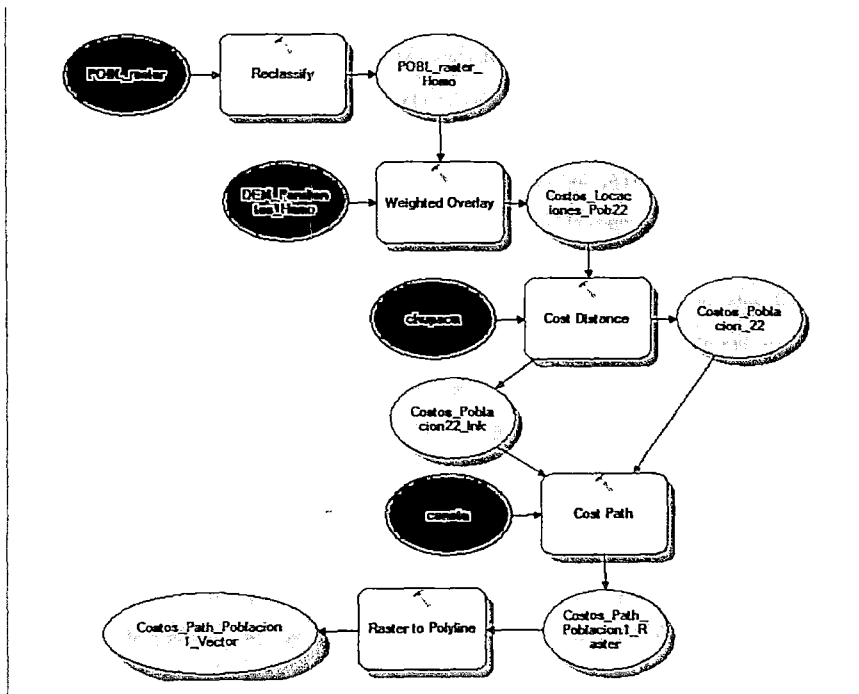


FIGURA N° 59 : Modelo de Geo procesos para ESCENARIO II  
Fuente : Elaboración propia

### Insumos de Información :

- Capa vectorial representando los puntos de Inicio y destino respectivamente (Cañete y Chupaca)
- Capa raster de DEM (Digital Elevation Model)
- Capa Raster con Volumen Poblacional por Capitales Distritales Normalizada

### Geoprocesos presentes:

- Homogenizar la Capa de Densidad Demografica en grados a valores entre 1 y 10 (1 para Mayor Densidad y 10 para Menor Densidad) (Funcion Reclassify)
- Hacer uso de Capa de Pendientes Homogenizada

- Dar Pesos Ponderados a Capa de Pendientes y Volumen Poblacional Homogenizadas (Funcion Weighted Overlay)<sup>10</sup>
- Calcular el Raster de Costos de Distancias único, basado en las dos variables anteriores (Funcion Cost Distance)
- Calcular el Raster Cost Path, la cual es el Trazo buscado (Funcion Cost Path)
- Convertir el Raster Cost Path anterior en una Capa Vectorial

### **Analisis de Trazo final generado**

El escenario Trazo con prioridad a la atención a la población ya existente hace uso de un concepto que de alguna forma refleja el método actualmente utilizado, el cual da prioridad a las poblaciones ya definidas como parte del Clasificador de Rutas 2013<sup>11</sup>. Adicionalmente, se hace uso de la variable pendiente la cual es imprescindible para un eficiente diseño vial. Con el fin de facilitar la identificación del volumen de población a ser atendida por la carretera, se han establecido símbolos en forma de círculos a escala en color amarillo, a mayor tamaño, mayor población.

Finalmente el Mapa V-4 , muestra el Trazo obtenido como producto del Metodo aplicado como una línea en color azul.

Se observa que este trazo calculado es común a la carretera actual hasta el poblado de Zuñiga (Km. 57+000), de ahí en adelante conforme avanza la progresiva de la Carretera Nacional PE-24, esta se va separando de la Carretera actual hacia el lado Norte, obteniéndose una separación máxima de aproximadamente 16 Km a la altura de la progresiva Km 80+000. Nuevamente en la progresiva Km 217 +000, se cruzan para casi acoplarse en el ultimo tramo de 5 Km.

---

<sup>10</sup> En este caso el peso que se le asigne es 50% para cada variable, es decir el trazo es igualmente importante que pase por espacios de menor pendiente así como también que atienda a espacios con alta densidad demografica

<sup>11</sup> Documento Oficial del Sistema Nacional de Carreteras – SINAC clasifica en Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural, que incluye el Código de Ruta y su definición según puntos o lugares principales que conecta; precisando, además, que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones es el responsable de elaborar la actualización del Clasificador de Rutas que se aprobará mediante Decreto Supremo.

### ESCENARIO III Trazo Carretero según locaciones con potencial urbanístico

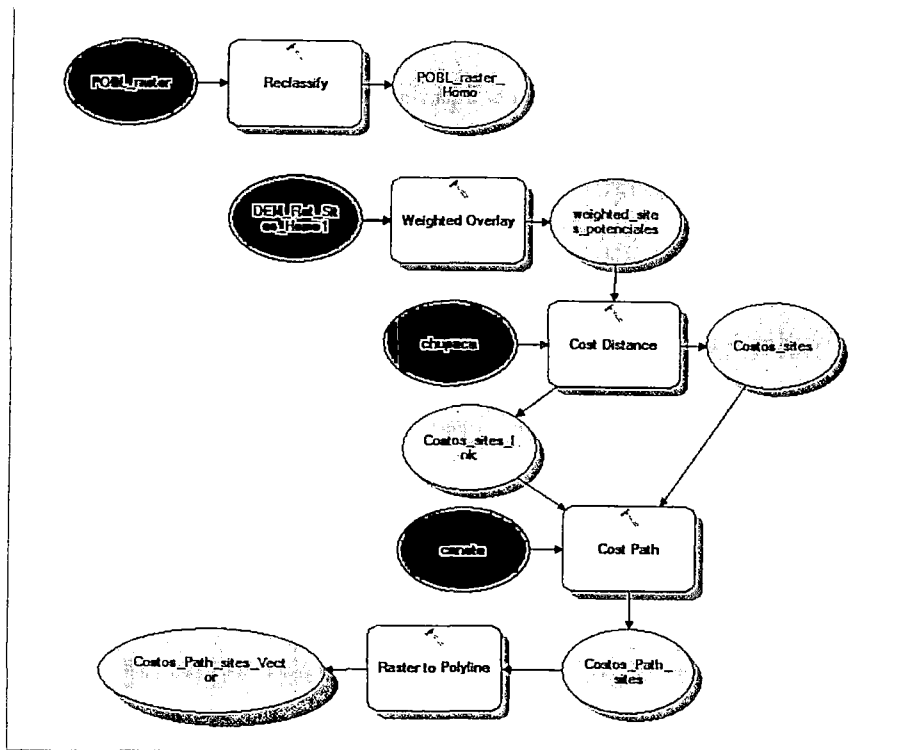


FIGURA N° 60 : Modelo de Geo procesos para ESCENARIO III  
Fuente : Elaboración propia

#### Insumos de Información :

- Capa vectorial representando los puntos de Inicio y destino respectivamente (Cañete y Chupaca)
- Capa raster de DEM con espacios con potencial de desarrollo urbanístico (pendientes suaves a moderadas 3° a 15°)

#### Geoprocesos presentes:

- Homogenizar la Capa de espacios Urbanizables (Función Reclassify)
- Hacer uso de Capa de Pendientes Homogenizada
- Dar Pesos Ponderados a Capa de Pendientes, y Territorio con Potencial Urbano Homogenizadas (Función Weighted Overlay)<sup>12</sup>
- Calcular el Raster de Costos de Distancias único, basado en las dos variables anteriores (Función Cost Distance)

<sup>12</sup> En este caso el peso que se le asigne es 50% para cada variable, es decir el trazado es igualmente importante que pase por espacios de menor pendiente así como también que atienda a espacios con potencial de ser urbanizable

- Calcular el Raster Cost Path, la cual es el Trazo buscado (Funcion Cost Path)
- Convertir el Raster Cost Path anterior en una Capa Vectorial

### Analisis de Trazo final generado

En este tercer escenario son dos las variable que participan en la definición del trazo carretero, es decir no solo se privilegia el paso por espacios de menor pendiente sino también se busca la cercanía a espacios con potencial a crecimiento urbano, es decir no solo que sean de pendiente suave a moderada, sino que el espacio que estas ocupen sea de areaje significativo, asi la población a asentarse, podera crecer y ser desarrollar.

Con respecto a establecer una analogía entre el Trazo real y el calculado (Mapa V-3 Trazo de Maxima Eficiencia Potencial Urbanizable con línea color celeste), el segundo acompaña al primero hasta la progresiva del Km 79+000, marcada por el poblado de Catahuasi. De ahí en adelante la progresiva del trazo calculado, se separa de la carretera actual con dirección al Sur, esta vez y a diferencia del Trazo netamente geométrico, pasa y busca la coincidencia con centros poblados de la zona, como los son Tupe, Yanacancha y Ahuac.

### ESCENARIO IV Trazo carretero según acceso a infraestructura urbana

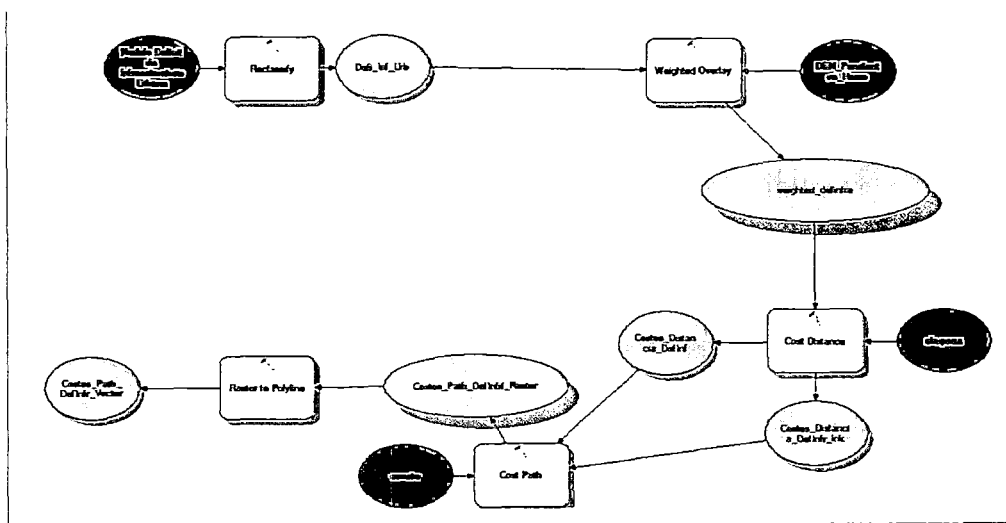


FIGURA N° 61 : Modelo de Geo procesos para ESCENARIO IV  
Fuente : Elaboración propia

### Insumos de Informacion :

- Capa vectorial representando los puntos de Inicio y destino respectivamente (Cañete y Chupaca)

- Capa raster de DEM (Geomorfología) Homogenizada
- Capa Raster representando los espacios con mayor o menor volumen de servicios proporcionados por la infraestructura urbana.

#### **Geoprocesos presentes:**

- Homogenizar la Capa Servicios Urbanos (Funcion Reclassify)
- Hacer uso de Capa de Pendientes Homogenizada
- Dar Pesos Ponderados a Capa de Pendientes y Servicios Urbanos (Funcion Weighted Overlay)<sup>13</sup>
- Calcular el Raster de Costos de Distancias único, basado en las tres variables anteriores (Funcion Cost Distance)
- Calcular el Raster Cost Path, la cual es el Trazo buscado (Funcion Cost Path)
- Convertir el Raster Cost Path anterior en una Capa Vectorial

#### **Análisis de Trazo final generado**

Cabe establecer una analogía entre el trazo calculado (Mapa V-6), en este caso con privilegio de paso por zonas con mayor volumen de servicios urbanos y aquel calculado para dar servicio a poblaciones urbanas (Escenario II). Son similares pero en definitiva no iguales, ya que en un caso extremo hay espacios con población significativa pero con escasos servicios urbanos y viceversa.

Con respecto al trazo calculado, el mismo es coincidente con el Trazo actual, en varios sectores, el primero desde la progresiva Km 18+000 a la Km 54+000, el segundo desde el Km 96+000 al Km 108 + 000 y finalmente del Km 245+000 al Km 255+000.

---

<sup>13</sup> En este caso el peso que se le asigne es 75% para espacios con mayor volumen de servicios urbanos y 25% para privilegio de paso por lugares de menor pendiente.

## ESCENARIO V Trazo carretero según acceso a espacios con potencial agrícola

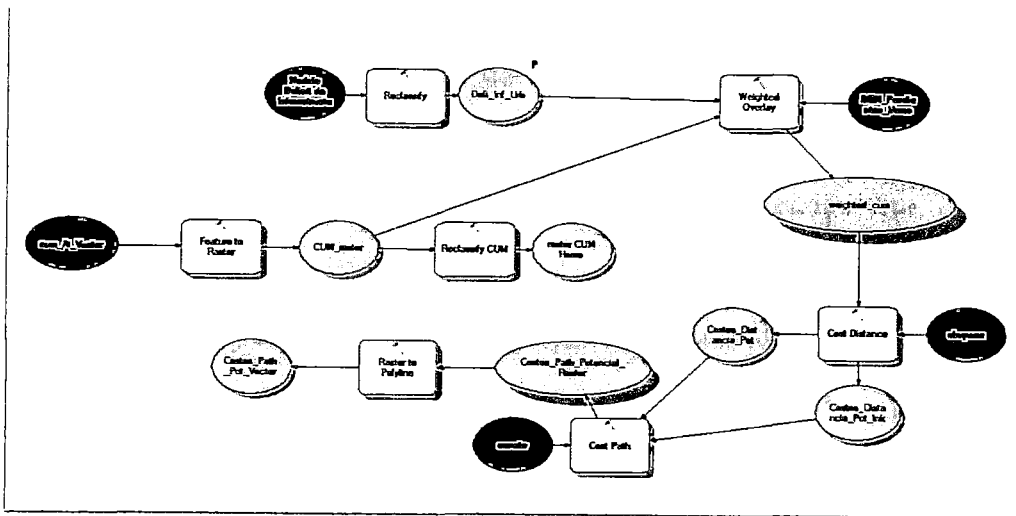


FIGURA N° 62 : Modelo de Geo procesos para ESCENARIO V  
Fuente : Elaboración propia

### Insumos de Información :

- Capa vectorial representando los puntos de Inicio y destino respectivamente (Cañete y Chupaca)
- Capa raster de DEM (Geomorfología) Homogenizada
- Capa Raster representando los espacios con mayor o menor volumen de servicios proporcionados por la infraestructura urbana.
- Capa vectorial representando la Capacidad de Uso Mayor del Suelo (Potencial del Suelo)

### Geoprocesos presentes:

- Hacer uso de Capa de Pendientes Homogenizada
- Hacer Uso de Capa de espacios con servicios urbanos homogenizada
- Convertir la Capa de Capacidad de Uso Mayor de Suelos desde formato vectorial a raster
- Homogenizar Capa raster (las áreas con mayor potencial para albergar actividad agrícola tiene privilegio de paso, es decir menor valor nominal para el modelo)
- Dar Pesos Ponderados a Capa de Pendientes, Servicios Urbanos y Capacidad de Uso Mayor del Suelo (Funcion Weighted Overlay)<sup>14</sup>

<sup>14</sup> En este caso el peso que se le asigna es 25% para espacios con mayor volumen de servicios urbanos, 25% de peso para espacios con servicios urbanos y 50% para privilegio de paso por lugares de menor pendiente. A su vez dentro de la asignación de pesos a las distintas categorías que presenta la Capacidad de Uso Mayor del Suelos, se privilegian los suelos con capacidad agrícola a aquellos



- Calcular el Raster de Costos de Distancias único, basado en las tres variables anteriores (Funcion Cost Distance)
- Calcular el Raster Cost Path, la cual es el Trazo buscado (Funcion Cost Path)
- Convertir el Raster Cost Path anterior en una Capa Vectorial

#### **Analisis de Trazo Final generado**

El Mapa V-2 muestra el trazo en color verde, el cual es análogo al Trazo actual hasta la progresiva del Km 79+000 en Catahuasi, después toma un trazo al Sur de la Carretera actual donde estan las tierras mas fértiles en el tema agrícola.

En territorios altiplánicos o netamente andinos, este conjunto de variables es vital, debido a lo escaso de los recursos económicos disponibles así como también de la fertilidad de los suelos.

---

dedicados al pastoreo, los Nevados y Lagunas si bien es cierto tienen potencial de explotación económica para el Turismo aun deben ser puestas en valor mediante algún tipo de inversión, por lo cual no son espacios en los cuales se privilegie su paso.

## ESCENARIO VI Trazo Carretero con tendencia al servicio integral de acceso carretero sin priorización de factor alguno

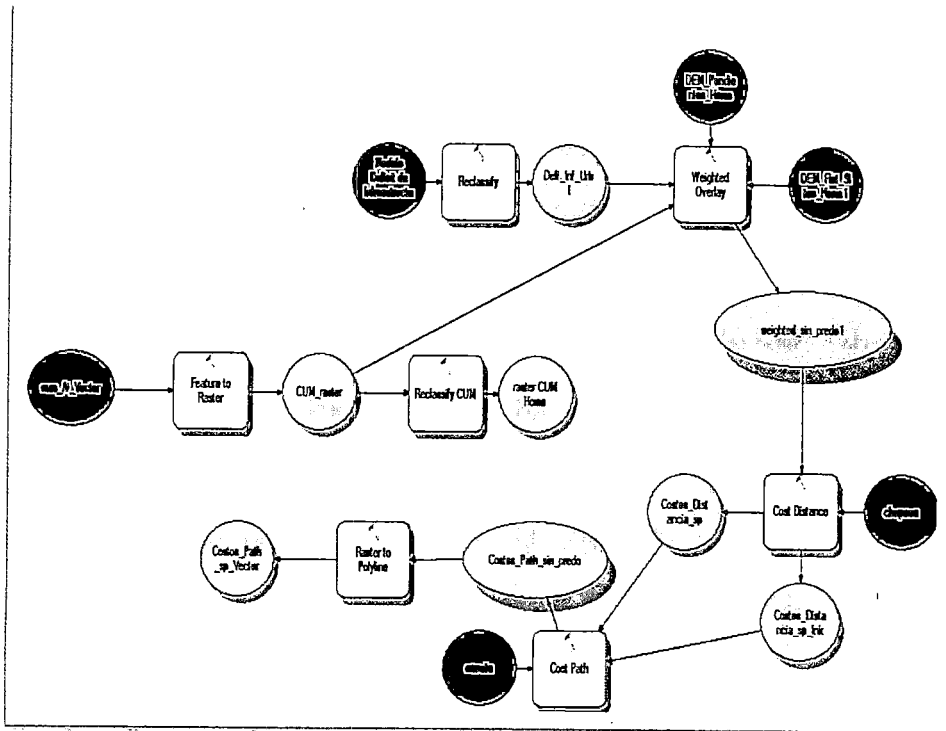


FIGURA N° 63 : Modelo de Geo procesos para ESCENARIO VI  
Fuente : Elaboración propia

### Insumos de Información :

- Capa vectorial representando los puntos de Inicio y destino respectivamente (Cañete y Chupaca)
- Capa raster de DEM (Geomorfología) Homogenizada
- Capa Raster DEM de espacios con potencial urbanístico
- Capa Raster representando los espacios con mayor o menor volumen de servicios proporcionados por la infraestructura urbana.
- Capa vectorial representando la Capacidad de Uso Mayor del Suelo (Potencial del Suelo)

### Geoprocesos presentes:

- Hacer uso de Capa de Pendientes Homogenizada
- Hacer uso de Capa de Espacios Urbanos potenciales
- Hacer Uso de Capa de espacios con servicios urbanos homogenizada
- Hacer Uso de la Capa raster de Capacidad de Uso Mayor de Suelos Homogenizada

- Dar Pesos Ponderados a la Capa de Espacios Urbanizables potenciales, Capa de Servicios de Infraestructura Urbana, Capa de Pendientes y Capacidad de Uso Mayor del Suelo (Funcion Weighted Overlay)<sup>15</sup>
- Calcular el Raster de Costos de Distancias único, basado en las tres variables anteriores (Funcion Cost Distance)
- Calcular el Raster Cost Path, la cual es el Trazo buscado (Funcion Cost Path).
- Convertir el Raster Cost Path anterior en una Capa Vectorial

### **Analisis de Trazo Final generado**

El Mapa V-5, muestra que el trazo generado es común al actual hasta el poblado de Catahuasi (Progresiva Km 79+000). Posteriormente toma una ruta al Sur de la carretera actual, hasta llegar a Chupaca pasando por el Centro Poblado de Yanacancha.

Este ultimo trazo llamado de "Servicio Integral" es muy dependiente del tema topográfico (75% del peso ponderado de preferencia de paso), lo cual es entendible en un emplazamiento de geomorfología mixta como se presente en el área de influencia de la carretera en estudio (pendientes suaves y pronunciadas).

Por otro lado, paisajes aridos por la costa a muy montañosos pero con bolsones de territorio fértil, hacen de absoluta valia, el uso de esta herramienta de prospección del mejor trazo carretero y asi explotarlos al máximo.

---

<sup>15</sup> En este caso el peso que se le asigna es 75% a espacios de menor pendientes, 25% para espacios con mayor volumen de servicios urbanos, 10% de peso para el privilegio de paso por suelos con potencial agrícola, 10% de peso para espacios con servicios urbanos y 5% para privilegio de paso por lugares con potencial de desarrollo urbanístico. A su vez dentro de la asignación de pesos a las distintas categorías que presenta la Capacidad de Uso Mayor del Suelos, se privilegian los suelos con capacidad agrícola a aquellos dedicados al pastoreo, los Nevados y Lagunas si bien es cierto tienen potencial de explotación económica para el Turismo aun deben ser puestas en valor mediante algún tipo de inversión, por lo cual no son espacios en los cuales se privilegie su paso.

## CAPÍTULO V ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1. EVALUACION EXPOST CAÑETE-CHUPACA

Los resultados del Análisis serán inferidos mediante una Evaluación Ex Post del Trazo Carretero de la Carretera de penetración Cañete – Lunahuana – Chupaca. Los escenarios propuestos permiten visualizar tanto la potencia como la versatilidad de la herramienta en el modelamiento de escenarios según cualquier criterio que se crea conveniente.

La FIGURA N° 64, muestra los seis modelos desarrollados en la presente investigación. Los mismos están dentro de la caja de herramientas del software ARCGIS (ArcToolBox)

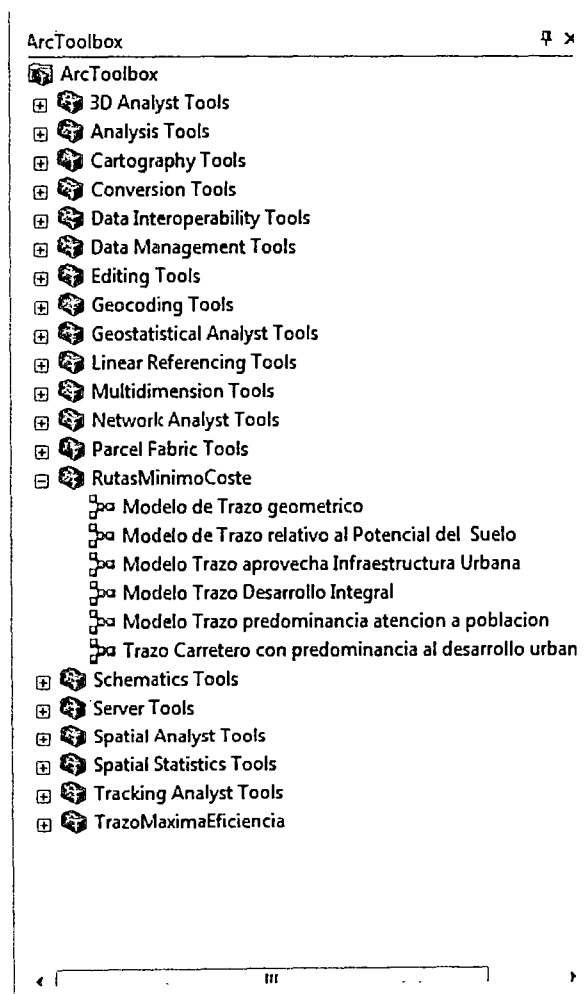


FIGURA N° 64 : Modelos de Análisis creados  
Fuente : Elaboración propia

Mediante el uso de las herramientas desarrolladas según los criterios dados en los escenarios propuestos, se generaran los Trazos carreteros de Máxima eficiencia, los cuales serán comparados con el actual.

## **5.2. ESCENARIO I SEGÚN PENDIENTES MÍNIMAS**

El trazo carretera según el criterio geométrico de solo pendientes, está basado en un trazo donde el modelo busca una línea de acceso entre Cañete y Chupaca que cumpla con el criterio de recorrer tramos de menor pendiente posible (FIGURA N° 65). Al contrastar el trazo actual con el obtenido con el modelo, es posible observar que primero es coincidente con el segundo, entre Cañete y Catahuasi (salvo un tramo pequeño en la zona costera (entre San Vicente de Cañete y Nuevo Imperial).

Desde Catahuasi hacia Chupaca, es radical el cambio de trazo, siendo notoria la ausencia de la ciudad de Yauyos. Este caso muestra el uso del modelo bajo el uso de un solo criterio de análisis (la pendiente de mínimo coste).

Si bien para fines prácticos, un replanteo del trazo actual en favor de un trazo netamente purista desde el punto de vista topográfico, no sería funcional ni práctico, debido en primer término a que hay todo un corredor económico ya conformado, si es válido notar la importancia funcional del método para el caso de *carreteras proyectadas*, caso muy común que se plantea en la actual Dirección de Caminos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, los cuales son vías departamentales que no poseen trazo en la actualidad, pero está prevista su construcción en un futuro cercano.

Básicamente, el diseño propuesto no es práctico que el actual pero si más eficiente en el paso por el lugar geográfico de espacios de menor pendiente dentro del área de influencia del proyecto.

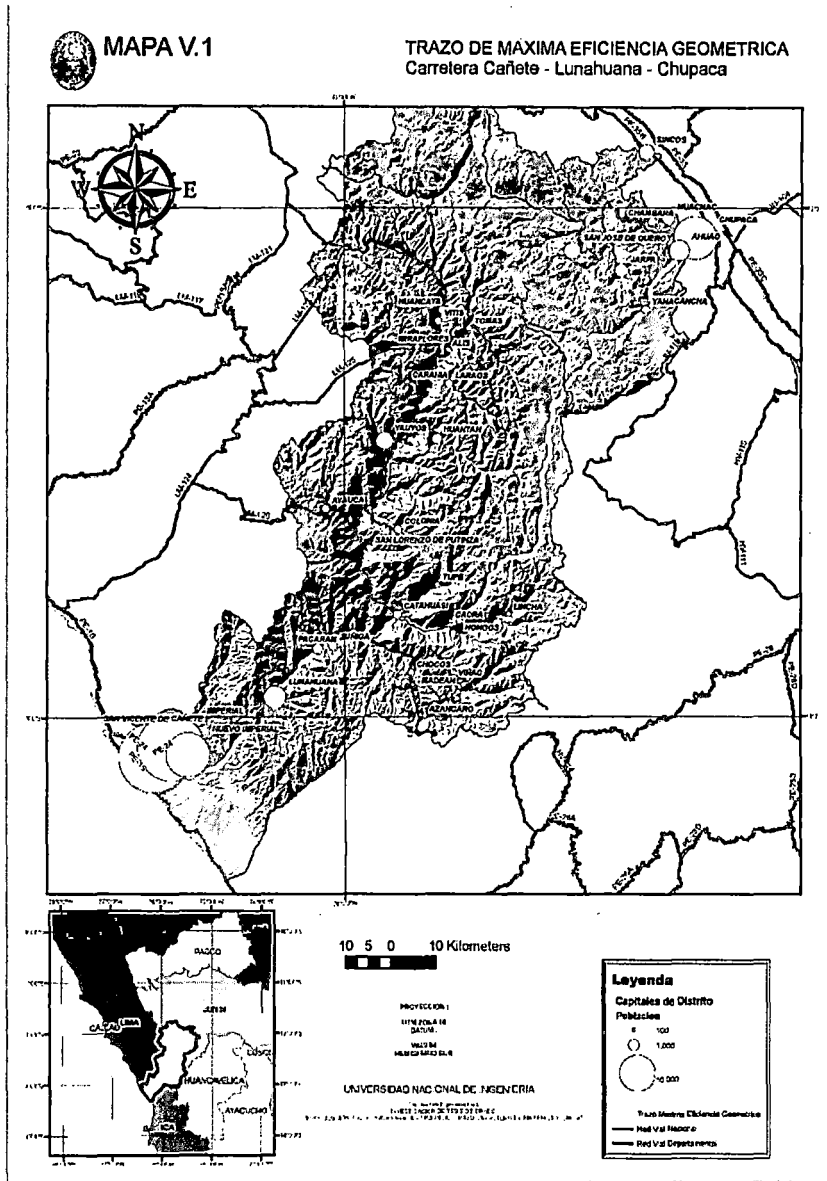


FIGURA Nº 65 : TME Diseño Geométrico  
 Fuente : Elaboración propia

### 5.3. ESCENARIO II SEGÚN VOLUMEN DE LA POBLACIÓN

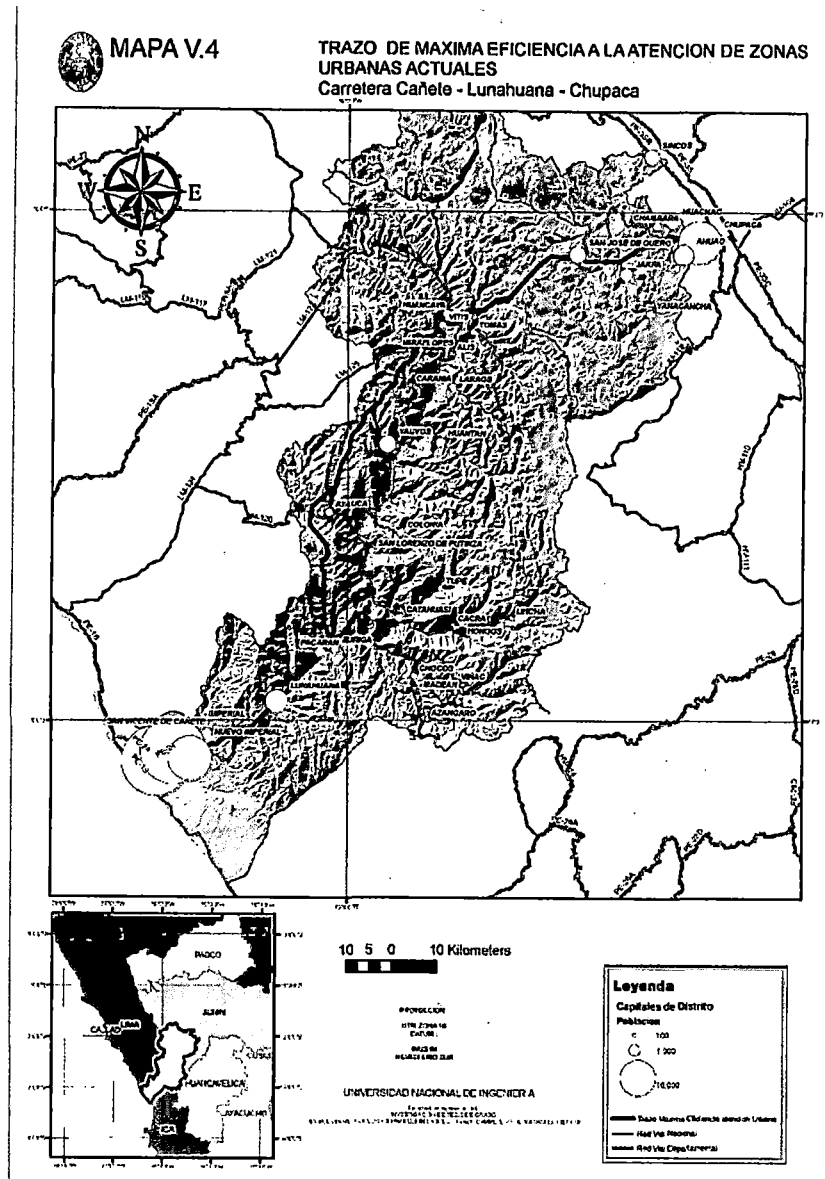


FIGURA N° 66 TME en atención a demanda poblacional  
 Fuente : Elaboración propia

La FIGURA N 65, muestra un trazo diametralmente opuesto al generado por los criterios del ESCENARIO I, en este segundo escenario los criterios de diseño están basados en la priorización del paso por capitales de distrito con mayor población (mostradas por los círculos en amarillo), la carretera actual es coincidente en su trazo con la carretera inferida, pero solo hasta Pacaran, de ahí en adelante el trazo trata de buscar lugares geográficos que permitan un acceso equilibrado a capitales de distritos con población significativa. Es en San José de

Quero, que nuevamente ambos diseños se dan el encuentro, debido al alto valor nominal de la población en esta ciudad.

El trazo inferido muestra también que los poblados que se han desarrollado a raíz de la existencia de la carretera actual, no se han desarrollado de forma estrictamente adyacente a la misma, existen algunos que se encuentran a algunos kilómetros de distancia. Este distanciamiento ha sido considerado por el nuevo método de máxima eficiencia, el cual si privilegia el paso más próximo y es por ello que no coincide en su trazo con la carretera actual.

El trazo propuesto es más eficiente en el paso por capitales distritales.



### 5.4. ESCENARIO III SEGÚN POTENCIAL URBANÍSTICO

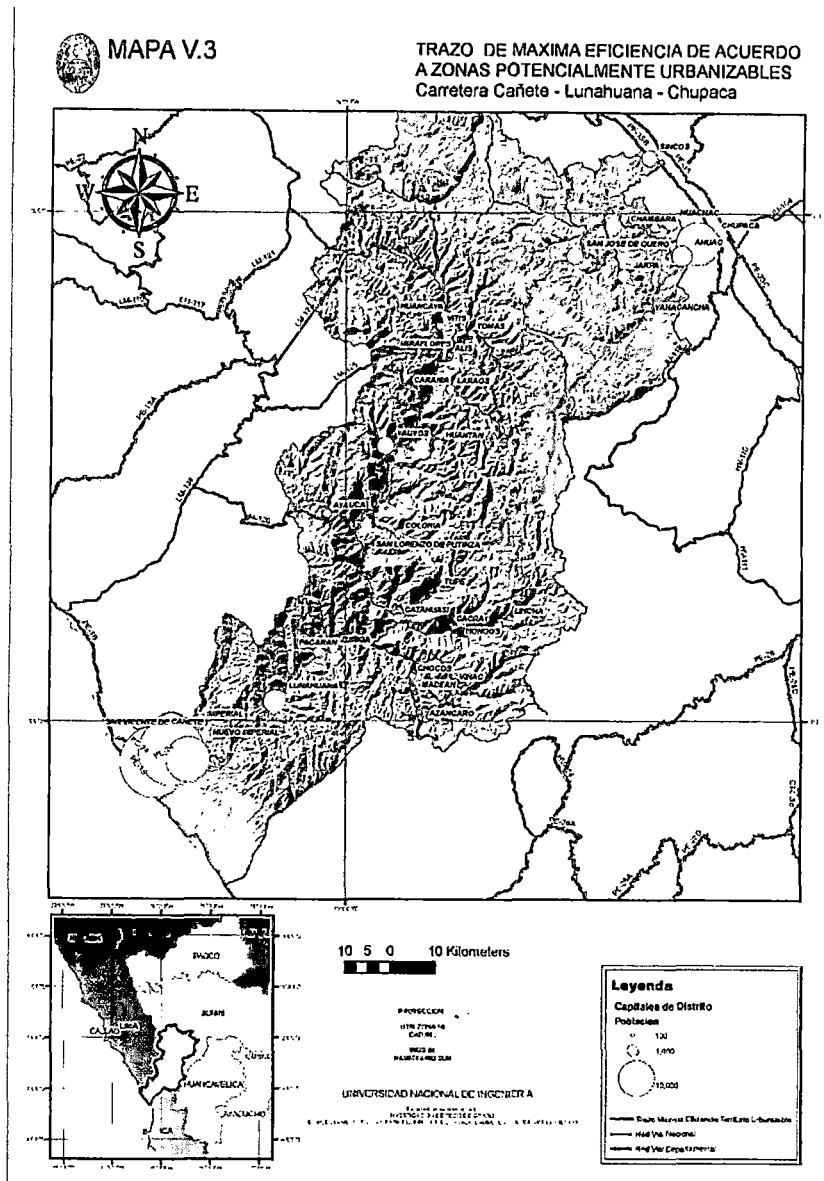


FIGURA N° 67 TME expansión urbana  
Fuente : Elaboración propia

Los espacios de potencial urbanístico (FIGURA N° 66), son aquellos con pendientes menores a 5% y con máxima área disponible que permita no solo una ocupación urbana factible desde el punto de vista de tener pendientes suaves, sino también que permita un suficiente soporte hacia áreas de expansión urbana. Todo este tema en contraposición a los actuales espacios próximos a las carreteras (servidumbre), que son automáticamente ocupados por micro migraciones espontaneas que se dan cuando una carretera es habilitada, pero, muchos de estos espacios, al no poseer áreas significativas, colapsan

funcionalmente con los crecimientos demográficos naturales, condenándolos a permanecer como caseríos o centros poblados menores.

### **5.5. ESCENARIO IV SEGÚN ACCESO A INFRAESTRUCTURA URBANA**

Este escenario de diseño de trazo (FIGURA N° 67), busca aprovechar al máximo los servicios urbanos (luz, agua potable, salud, etc.), que las capitales distritales ofrecen, para ello el modelo introduce en sus variables el privilegio de paso por los espacios con mayor desarrollo de servicios, adicionalmente el criterio de menor pendiente, también es parte del modelo. Como resultado de ello, se obtiene un trazo análogo al del escenario anterior. En forma comparativa (FIGURA N° 68), los trazos que privilegian el paso por distritos de mayor población y aquellos que ponderan el acceso a servicios urbanos son bastante próximos, pero los segundos son los que se encuentran más próximos al trazo carretero actual. El diseñar el trazo solo mediante un criterio es un ejercicio de investigación en este caso, pero permite demostrar las marcadas deferencias entra los resultados de un trazo basados en un criterio y otro.

Tanto el acceso a servicios urbanos por parte del trazo así como el brindar movilidad a la población existente, son dos criterios de importancia que deben ser considerados en conjunto, este modelo integral será propuesto más adelante en el ESCENARIO VI.

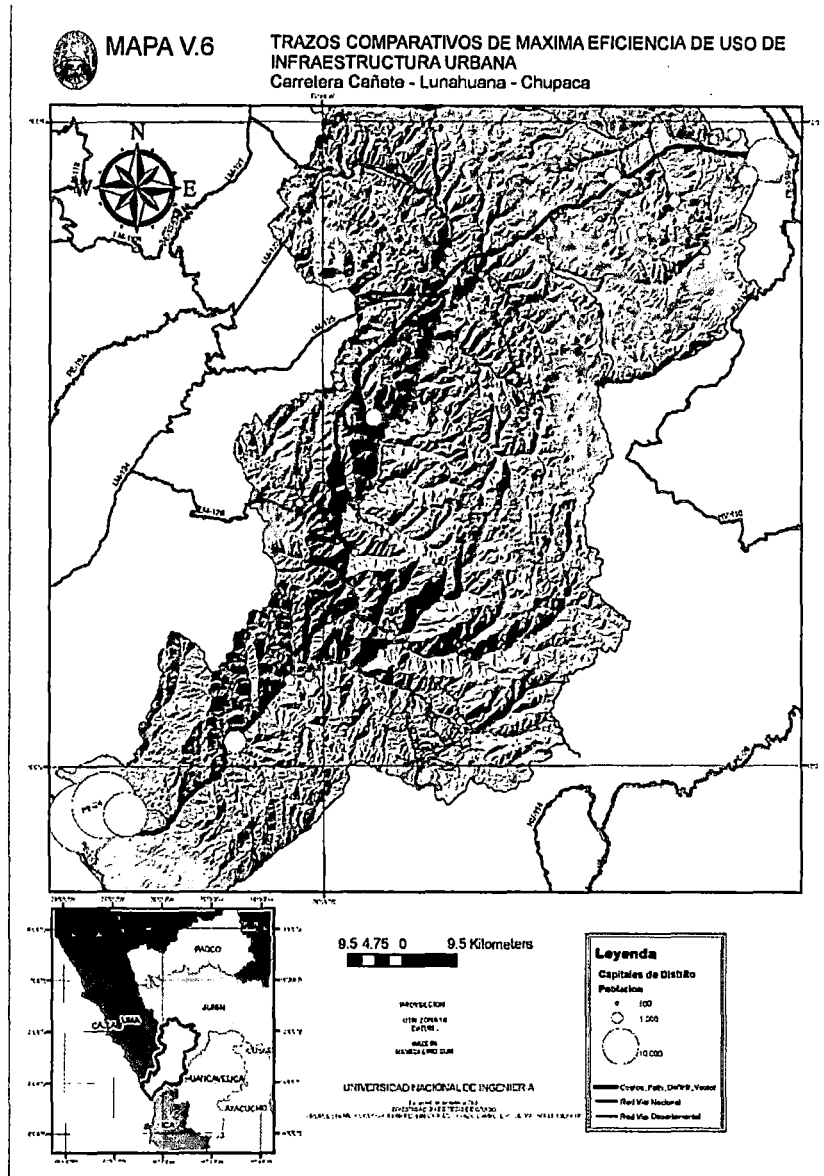


FIGURA N° 68 TME servicios Urbanos  
 Fuente : Elaboración propia

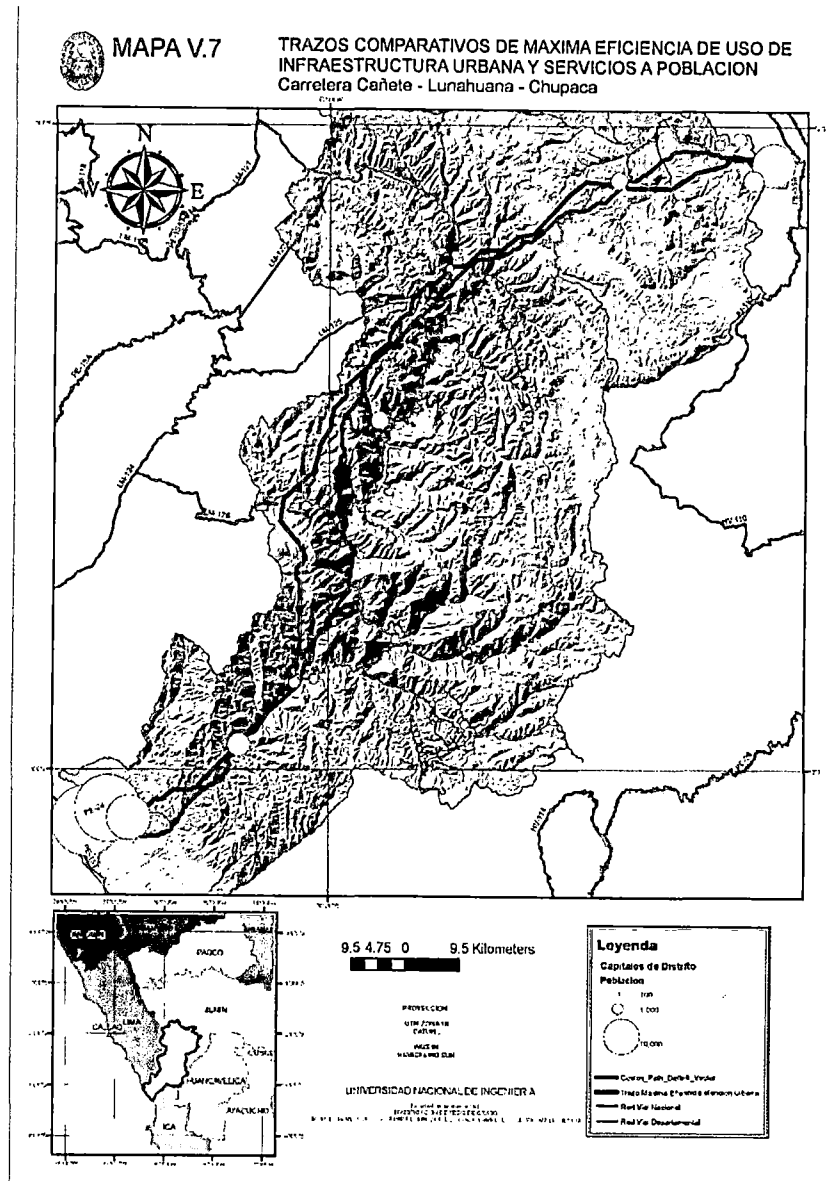


FIGURA N° 69 : Expansion Urbana y Demanda poblacional  
Fuente : Elaboración propia

### 5.6. ESCENARIO V SEGÚN POTENCIAL AGRÍCOLA

El modelo en este quinto escenario (FIGURA N° 69), hace uso de dos criterios, el primero es el de menor pendiente tal y como fue en el caso anterior, pero adicionalmente se aplica los territorios sectorizados por el Mapa de Uso Potencial del Suelo. Nuevamente se observa una coincidencia en el trazo del tramo Cañete-Catahuasi. Mientras que el segundo tramo entre Catahuasi-Tomas ya presenta una notoria diferencia con el trazo actual. El tercer Tramo Tomas y San José de Quero, también presenta deferencias notorias en el trazo, al compáralo con el Mapa de Uso de Suelos observamos que el modelo ha

privilegiado el paso por espacios con potencial de desarrollo de cultivos en limpio, propiciando de este modo el desarrollo de centros de acopio y servicios relacionados con este tipo de actividad económica.

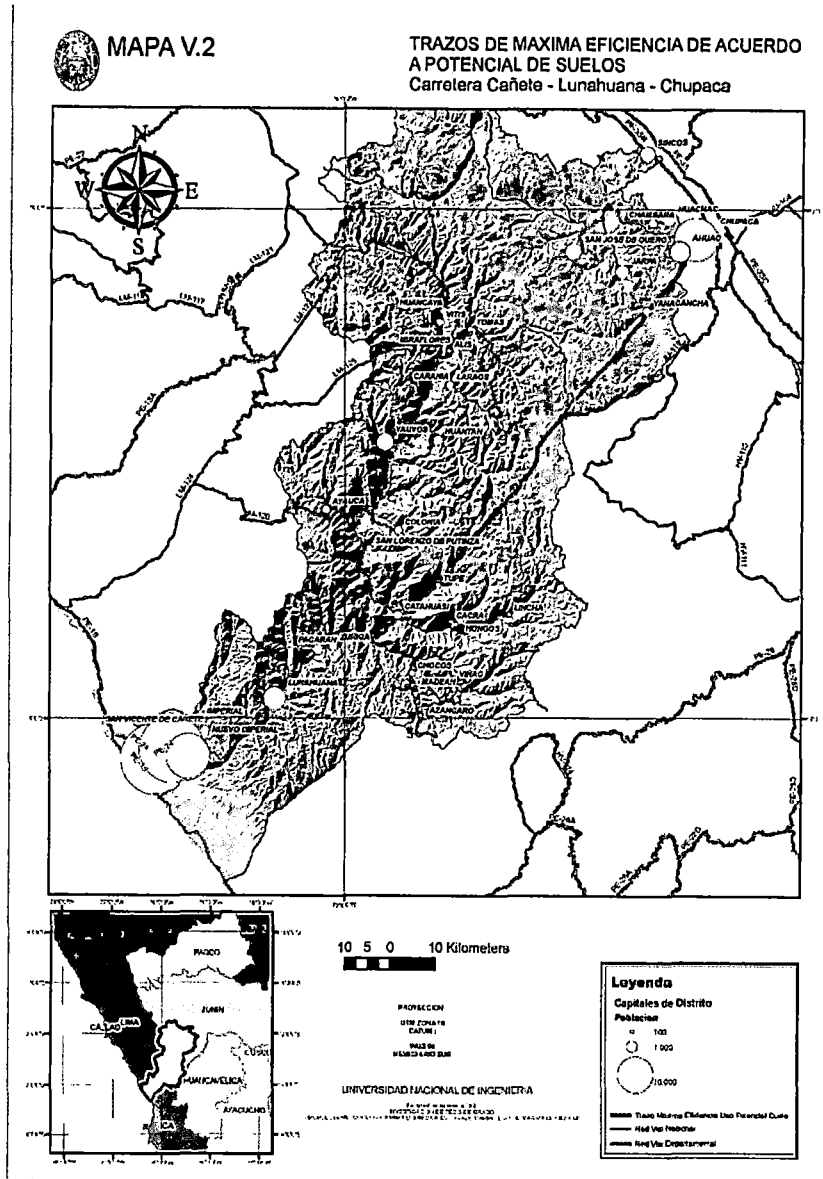


FIGURA Nº 70 TME a actividades Rurales  
 Fuente : Elaboración propia

Este escenario, está basado en un modelo que también ha privilegiado el criterio de paso por pendientes de menor valor nominal, por lo cual vemos un trazo cuasi análogo a aquel diseñado en el ESCENARIO I.

## 5.7. ESCENARIO VI SERVICIO INTEGRAL

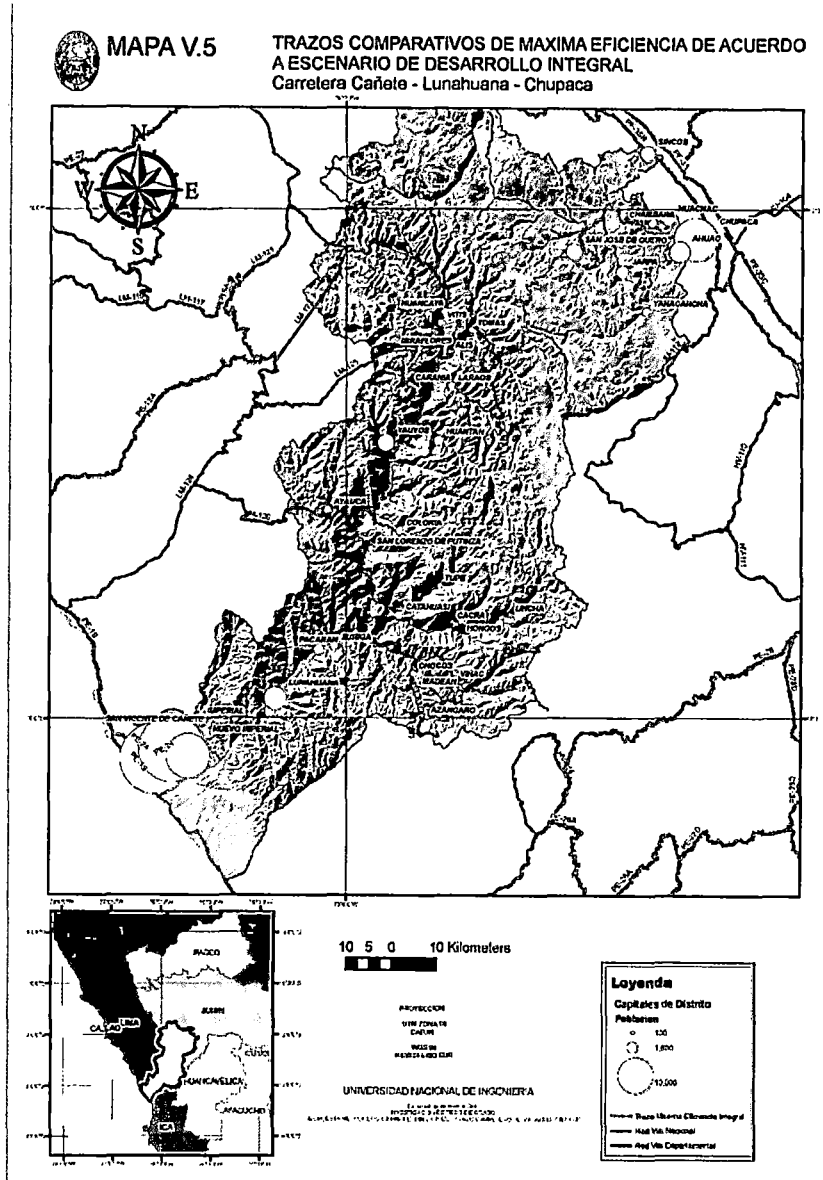


FIGURA N° 71 TME desarrollo integral  
Fuente : Elaboración propia

Este último Escenario (FIGURA N 70), está basado en un modelo de múltiples variables (todas aquellas consideradas en los escenarios anteriores). Es notorio que, el trazo es marcadamente distante al trazo carretero actual, lo cual indica que, hay una marcada pérdida de eficiencia de los servicios de movilidad que brinda la carretera con respecto a los potenciales actuales que el territorio brinda.

## CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. CONCLUSIONES

*La Hipotesis planteada es valida, basada en que:*

- Es notoria la generación de agrupamientos de desarrollo basados en Índice de Desarrollo Humano, alineados a la carretera longitudinal de la costa.
- Cabe notar la homogeneidad del desarrollo focalizado en las proximidades de los valles costeros que fue maximizado con la presencia de la carretera longitudinal.
- El potencial de desarrollo está también complementado por la homogeneidad de pendientes suaves a lo largo de la carretera longitudinal de la costa, lo cual asegura un potencial de expansión urbana ilimitado, que no cesa hasta nuestros días.
- Básicamente, en el caso de la costa, las carreteras pasaron a unir territorios con potenciales de desarrollo y con condiciones de crecimiento urbanizado. Por otro lado, en las carreteras de penetración que parten de la costa hacia la sierra y/o selva, todas tienen una zona común de desarrollo focalizada en el area de articulación de las mismas con la longitudinal de la costa u otro alguna ciudad de gran desarrollo.
- Los resultados anteriores del analisis del patrón de desarrollo de los territorios próximos a las carreteras longitudinales (medidos a través del Índice de Desarrollo Humano), comprobado a través del analisis cluster, el cual comprueba que los mismos no estan distribuidos de forma aleatoria con un 99.99% de certeza.
- El eje longitudinal carretero que va desde Chimbote a Tacna (Zona A, Figura N° 23), presenta un patrón de desarrollo totalmente integrado a la carretera que esta atraviesa.
- Los tramos del Eje Norte (Zonas D y F, Figura N° 23), también presentan un patrón de desarrollo en las zonas próximas a la carretera longitudinal próxima.
- El principal factor sinérgico de desarrollo complementario al trazo carretero, es la pendiente próxima al mismo, el cual propicia un patrón de ocupación del territorio.

- Básicamente, se concluye que la linealidad en la presencia de IDH homogéneo en la costa, está fuertemente relacionada con la linealidad del desarrollo de urbes a lo largo del Eje Vial que une a las principales ciudades costeras y próximas a las mismas. El clúster formado dan sustento a la existencia de un proceso común subyacente basado en la presencia de la infraestructura vial.

*Con respecto a los territorios próximos a las carreteras de penetración:*

- Ninguna ha alcanzado un desarrollo mínimamente comparable con el desarrollado por los territorios próximos a la longitudinal de la costa.
- Los reducidos espacios para desarrollo urbanístico y los escasos también espacios con tierras productivas, producto de lo pronunciado de las pendientes en las zonas altas, no han favorecido la expansión de las fronteras urbanas ni agrícolas productivas.
- Los clúster o agrupamientos generados muestran la estrecha relación entre los distritos cuyo comportamiento para generar IDH, es producto de procesos en común ya sean de origen social o económico. Todos estos agrupamientos se comportan como una unidad, integrada al trazo carretero.

*Con respecto a la metodología propuesta:*

- Al no existir una metodología específica mencionada en la normatividad relacionada a la Formulación y Evaluación de Proyectos Viales, ni en el Reglamento Nacional de Edificaciones, ni en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, relacionada a evaluar la eficiencia del Trazo carretero en un Proyecto de Inversión Pública, ni a maximizar beneficios indirectos. Se puede afirmar que la propuesta presentada representa una innovación en estos sentidos.
- El enfoque de diseño carretero actual basado en la vía per se (beneficios directos), guía al formulador a un esfuerzo la creación de un escenario de múltiples alternativas solución basado en los costos de la infraestructura vial en sí misma, debido a la imposibilidad de contrastarlo con beneficios indirectos.
- Mejoras en la calidad de la metodología de formulación carretera per se, ya que la Metodología de "Trazo de Máxima Eficiencia" incluye a todos los actores relacionados a la carretera.



- Permite establecer un conjunto de alternativas solución, basadas en el trazo de la carretera en si misma (escenarios o vocación de desarrollo) y no solo en variaciones forzadas en los costos debido a cambios en los diseños de la capa superficial o la adición o supresión de obras de arte.
- Puede incluir el enfoque de Riesgos, como parte de la metodología de evaluación a nivel de perfil y no como estudio complementario al mismo.
- Puede incluir el enfoque de cambio climático, que es un riesgo de relevante importancia en la actualidad y con tendencia a profundizarse con el paso de los años.
- Permite la puesta en valor de estudios gestionados por otros sectores y especialidades a través de un método único, inclusive validando información secundaria como parte de los insumos del proceso, lo cual permite el no encarecimiento significativo de los costos relacionados a la inclusión de este tipo de metodología en los actuales Perfiles de Proyectos Carreteros.
- El método de Trazo carretero de Máxima Eficiencia (MTCME) permite el acoplamiento de la infraestructura carretera como infraestructura real de acondicionamiento del territorio, ya que es de esta forma es consecuente con los Planes de Ordenamiento y Acondicionamiento pre existentes de los espacios geográficos que este cruza.
- Cada grupo humano habita en un medio ambiente conformado por el medio natural y el antrópico que lo rodea, este genera como es obvio una serie de ventajas y desventajas relacionadas al proceso de desarrollo. El método propuesto es totalmente inclusivo ya que considera en sus procesos los potenciales de estos grupos humanos, no como valores estadísticos, sino como espacios que tienen una posición relativa con respecto a la infraestructura que va ser construida.
- El método propuesto considera la evaluación de la ruta o trazo, como característica vial a ser evaluada en relación a la generación de *impactos indirectos*, procedimiento **no considerado** en ninguno de los 15 manuales existentes en relación al tema vial relacionado al Sistema Nacional de Inversión Pública.

- Incluye el enfoque Medioambiental más allá de las consideraciones cualitativas que presente en la actualidad la Matriz de Leopold, que es el nivel bastante superficial, considerando los impactos irreversibles que un impacto no considerado pudiera causar en el medio natural (el considerar el Mapa de Capacidad de Uso Mayor como variable directamente dependiente del modelo permite esta afirmación).
- La estadística tradicional, ha sido el paradigma de base para la validación de cientos de procedimientos y formulas pertenecientes a la Hidrología, Hidráulica, Estructuras, Suelos, Topografía. Ya que la metodología propuesta en esta investigación, presenta una ampliación y por ende cambios en el enfoque de análisis mediante el mismo (se presenta el análisis espacial), ofrece una fuente para el replanteo de procedimientos ingenieriles que apunten a definir no solo rangos de valores nominales en tal o cual procedimiento, sino también la localización de estos valores en el espacio geográfico.
- La hidrología, suelos y topografía, al ser especialidades más ligadas al territorio per se, presentan campos ricos para el desarrollo de investigación en la aplicación de este enfoque de análisis.
- En esta investigación se buscó desarrollar un aporte metodológico replicable que permita la maximización de impactos indirectos debidos a la existencia de la infraestructura carretera tal y como ha sido diseñada. En este sentido de replicabilidad y adicionalmente sostenibilidad de aplicación. Todos los datos que son parte de información que es necesaria para la aplicación del método, son actualmente generados por el estado y son de acceso público.
- Desde el año 1992 en el cual fue desactivado el Instituto Nacional de Planificación, las intervenciones con coordinaciones intersectoriales han sido casi llevadas al olvido. Por lo cual la metodología planteada tiende a fortalecer tanto al estado, maximizando la eficiencia en el uso de la información que esta genera, así como también trasladando estos beneficios de forma directa a la población y territorios directamente impactados.

## 6.2. RECOMENDACIONES

Con respecto al método propuesto:

- Este debe ser propuesto como herramienta a nivel de perfil en el SNIP, debido en primer término a que permite generar múltiples alternativas solución no

basándose en alternativas técnicas relacionadas a la ingeniería de la carretera perse, sino con respecto a la pertinencia del trazo carretero por espacios ya predefinidos como potenciales, por largos procesos de generación tanto de Planes de Ordenamiento Territorial o Planes de Acondicionamiento. Partiendo que la carretera constituye una importante herramienta de transformación de los territorios, esta debe ser consecuente con los Planes de Desarrollo de los Gobiernos Regionales y Locales y no solo basarse en la minimización de costos mediante la aplicación de la menor distancia euclidiana entre dos puntos.

- La evaluación multicriterio, en esta investigación, ha hecho uso de 13 factores (incluyendo la pendiente topográfica), mas, cada región o cada espacio territorial posee sus propias variables prioritarias, por lo cual este conjunto es variable. Existen dos factores que son de uso obligatorio, el primero es el de pendientes topográficas y el segundo la Capacidad Uso Mayor de Suelos (CUM), llamada también Uso Potencial del Suelo, el cual define cual es la vocación de cada territorio, basado en un estricto procedimiento Internacionalmente reconocido. Ambos mapas, son de acceso totalmente libre de costos, ya sea a través de mapas digitales factibles de ser descargados a través de páginas web del estado peruano.

Con respecto a la Sistematización de conocimientos generados por Tesis de Grado

En los últimos años, es creciente el uso de la Herramienta Sistemas de Información Geográfica en el desarrollo de Tesis de grado. Siendo temas relacionados a la Hidrología así como al catastro, los más frecuentes. Sin embargo, el conocimiento adquirido en cada propuesta, al no estar organizado, a la fecha se desconoce, los avances explícitos en este rubro o cuales están siendo repetitivos. Es necesario conocer cuáles de ellos deben presentarse como temas a ser adicionados a la curricula de la Facultad.

Sería conveniente organizar la *sistematización* de conocimientos alrededor de las antes mencionadas Tesis de Grado a través de un grupo de trabajo para este fin, directamente ligado a IIFIC.

En caso la Facultad no posea especialistas en el rubro, es practico contratar servicios de especialistas externos y así ser eficaces y eficientes en el camino de

construcción de nuevos conocimientos aplicativos en el campo de la Ingeniería Civil por parte de la FIC de la UNI.

La propuesta anterior nace de la revisión de bibliografía de referencia realizada para la presente investigación en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería.

#### *Propuestas de Temas de Tesis*

- Existen un conjunto de temas de tesis, relacionados a Ferrocarriles y propuestos por el departamento académico de Topografía y Transportes de la FIC, los cuales que están directamente relacionados a la presente investigación, especialmente la N° 58 cuyo título es "*Estudio del trazo para trenes de alta velocidad*", cuya descripción explicativa nuevamente relaciona el Trazo Ferroviario con temas de geometría, obviando el tema del servicio a los territorios y poblaciones que esta atraviesa. Por lo cual se sugiere diferenciar los posible conocimientos a ser generados, uno relacionado al trazo perse, que está ligado al servicio que se va a brindar y la eficiencia máxima que debe poseer el mismo, el segundo relacionado a la eficiencia de la infraestructura de la carretera como un todo aislado del medio, la cual debe poseer un diseño que asegure una durabilidad que asegure el servicio de máxima eficiencia diseñado con conocimiento anterior.
- La teoría del análisis espacial multicriterio ha dado pie a la modelización del presente método, materia de este tesis de grado, aplicado al trazo carretero de máxima eficiencia social y económica, mas, este enfoque de análisis puede ser extrapolado también a la carretera como infraestructura de máxima eficiencia, con el fin de modelar el diseño de la conformación del pavimento de acuerdo también a las variables y factores existentes en el medio natural y antrópico próximo a la misma.

Con respecto a propuestas de tema de Análisis espacial en la curricula Académica

- El tema de análisis espacial es frecuentemente confundido con el de aprendizaje de software de mapeo cartográfico . Las herramientas SIG, son usadas en su mayoría como herramientas para ese fin y poco como herramientas de análisis y generación de conocimiento.
- Como se ha podido apreciar a lo largo del desarrollo de esta investigación, la espacialidad expresada como variable intrínseca a cada factor del medio

físico, permite el cambio inmediato en el paradigma de la independencia de cada observación estadística, estableciendo una total correlación entre todas las observaciones realizadas en un fenómeno dado. El tratamiento de fenómenos físicos mediante este enfoque permite refinarlo y obtener un enfoque holístico por ende uno más cercano a la realidad.

- El análisis espacial, es posible de ser tratado en el curso de estadísticas, como complemento a los temas ya incluidos en los la presente curricula, adicionalmente el Curso de Dibujo en Ingeniería podría incluir el uso del software de Sistemas de Información geográfica.
- Es obvio que todo este conjunto de conocimientos debe ser plasmados en Ejercicios aplicativos, que pueden suplirse a los curso como Clases Taller, durante las horas de práctica, por parte de especialistas en el ramo, teniendo como contraparte cursos dictados a nivel de profesores en paralelo, hasta que estos últimos vayan adquiriendo las destrezas mínimas para incluir estos temas como parte de los conocimientos impartidos por ellos mismos.

## BIBLIOGRAFIA

- Banco Interamericano de Desarrollo (2005). "*Gestión de Riesgo de Amenazas Naturales en Proyectos de Desarrollo*". BID.
- Carrillo B. Lucio (2004). "*Aplicación de Metodología Socioeconómica en el Análisis Costo – Beneficio para Proyectos de Inversión en Hidrocarburos – Perú*". Tesis para optar el Grado Académico de Maestro con Mención en Proyectos de Inversión. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Económica y Ciencias Sociales. Lima.
- Clair E., Soave G., Días G., Ferretti V., Mange G., Aguerre Gi. y Musa J. (2007). "*Evaluación ambiental de alternativas de rutas propuestas para las líneas de conducción de gas con métodos de evaluación multicriterio (EMC) y SIG*". XI Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica. Luján.
- Consortio BCEOM-GMI-WSA (2005). "*Plan Intermodal de Transportes del Perú - Ministerio de Transportes y Comunicaciones/OGPP*". Consorcio BCEOM-GMI-WSA. Lima-Perú.
- Francisco Alonso Sarria (2004). "*SIG Aplicados al Análisis y Cartografía de Riesgos Climáticos*". Universidad de Murcia. Murcia-España.
- Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (2010). "*Incorporar la Gestión del Riesgo en la Planificación Territorial Orientaciones para el Nivel Municipal*". GTZ.
- Gobierno Regional de Junín (2005). "*Estudio de Diagnóstico y Zonificación para el Tratamiento de la Demarcación Territorial de la Provincia de Chupaca*". Gobierno Regional de Junín. Junin-Perú.
- Gómez Monserrat, Barredo José (2005). "*Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio*". Ra-Ma. Madrid.
- Hernández S. Alain, León S. María, Casas V. Mayra (2008). "*Valoración Económico - Ambiental de los Recursos Forestales basada en Técnicas de decisión Multicriterio. Estudio de caso: Parque Nacional Viñales, Pinar del Río*". Foro Virtual de Contabilidad Ambiental y Social – 2008. Buenos Aires.

- Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Sudamericana (2009). *"Metodología de Evaluación Ambiental y Social con Enfoque Estratégico – EASE IIRSA"*. BID, CAF, Fonplata. Caracas.
- Instituto Geofísico del Perú – IGP (2005). *"Atlas Climático de precipitación y temperatura del aire de la Cuenca del Río Mantaro"*. Consejo Nacional del Ambiente - CONAM. Lima, Perú.
- Instituto Geofísico del Perú – IGP (2005b). *"Diagnóstico de la Cuenca del Mantaro bajo la visión del cambio climático"*. Consejo Nacional del Ambiente - CONAM. Lima, Perú.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2003). *"Estudio de Riesgos Geológicos del Perú, Franja No 3"*. Lima.
- Instituto Geográfico Nacional (1993). *"Mapa Físico Político del Perú - escala 1:1000000"*
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2007). *"Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda"*. Lima.
- Intendencia de Áreas Naturales Protegidas – IANPMTTC (2005). *"Estudio de Pre Inversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Rural 22, Tramo: Lunahuana – Dv. Yauyos – Chupaca"*. MTC. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Defensa Civil – European Commission (2008). *"Vulnerabilidades, Capacidades y Gestión de Riesgo - Documento País"*. INDECI. Lima, Perú.
- Jiménez Federico y Arrebola Juan (2008). *"Aplicación del Modelo de Evaluación de la Capacidad de Acogida para la Valoración de la Aptitud Física del Territorio Respecto a Sectores de Planeamiento Urbanístico"*. En: Hernández, L. y Parreño, J. M. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica para el Desarrollo Territorial*. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la ULPGC. Las Palmas de Gran Canaria. Pp. 43-55.
- Macharé, J., Fenton, C., Machette, M., Lavenue, A., Costa, C. y Dart, R. (2003). *"Database and Map of Quaternary Faults and Folds of Peru and its Offshore Regions"*, Open-File Report 03-451, US Geological Survey, U.S.A.

- Moazami Daniel, Muniandy Ratnasamy, Hamid Hussain and Yusoff Zainuddin Md (2011). "*The use of Analytical Hierarchy Process in Priority Rating of Pavement Maintenance*". Scientific Research and Essays Vol. 6(12), pp. 2447-2456.
- Ministerio de Economía y Finanzas (2010). "*Evaluación de la Rentabilidad Social de las Medidas de Reducción del Riesgo de Desastre en los Proyectos de Inversión Pública*". Lima.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2010). "*Presupuesto 2010 – Departamento de Lima*". MTC. Lima-Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2007). Resolución Vice Ministerial N° 1079-2007-MTC/02. "*Lineamientos para la elaboración de los Términos de Referencia de los Estudios de Impacto Ambiental para Proyectos de Infraestructura Vial*". Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2005). "*Estudio de Pre Inversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Rural 22, Tramo: Lunahuana – Dv. Yauyos – Chupaca*". MTC. Lima-Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Provias Rural (2006). "*Plan Vial Provincial Participativo de Chupaca*". MTC. Chupaca-Perú.
- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (1970). "*Inventario Evaluación y Uso Racional de los Recursos Naturales de la Cuenca del Rio Cañete*". ONERN. Lima-Perú.
- Revista Internacional de Desastres Naturales (2005). "*Accidentes e Infraestructura Civil. Sobre la Evaluación de Riesgo de Desastres Naturales y Vulnerabilidad de la Comunidad Utilizando Sistemas de Información Geográficos*". Revista Internacional de Desastres Naturales.
- Universitat Oberta de Catalunya (2008). "Análisis ráster de rutas de mínimo coste con Geomedia Pro" España.
- Tierra, N° 10, pp. 187 – 219. España.
- Vásquez C. Arturo, Bendezú M. Luis (2008). "*Ensayos sobre el Rol de la Infraestructura Vial en el Crecimiento Económico del Perú*". Consorcio de



Investigación Económica y Social - CIES, Banco Central de Reserva del Perú.  
Lima-Perú.

Valpreda Edda (2004). "*Sistemas De Información Geográfica (SIG)-Teledetección y Evaluación Multicriterio (EMC) en un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)*". Instituto de Cartografía, Investigación y Formación para el Ordenamiento Territorial (CIFOT), Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo.

## **ANEXOS**

### **ANEXO I POTENCIAL DE ACOGIDA URBANA**

#### **ANÁLISIS DE LOCACIONES URBANAS ACTUALES Y POTENCIALES**

El análisis de pendientes realizado en esta investigación, relacionada a la definición del trazo carretero óptimo es una variable de tratamiento obligatorio por parte de los manuales de carreteras en todo el mundo. Mas, en el proceso de análisis del trazo, hemos identificado múltiples criterios adicionales, las cuales están ligadas a la funcionalidad per se de la carretera.

Entre las funcionalidades más básicas está la de conectar centros urbanos, es mas según las definiciones de las Normas Peruanas existen inclusive categorías viales que están ligadas a la conexión que debe brindarse entre centros urbanos de cierto tamaño, como por ejemplo Las vías regionales encargadas deben conectar ciudades de relativa importancia. Pero, ya que la carretera tiene un horizonte de diseño de aproximadamente 50 años, ¿cómo saber si existen centros poblados con el tiempo podrían transformarse en ciudades? En todo caso ¿ qué condiciones actuales en los territorios nos permitirían prever esta condición?

Un concepto teórico básico en el tema del Ordenamiento territorial es la llamada capacidad de acogida del territorio, que es el grado de idoneidad o cabida de un territorio para distintas actividades que se desean instaurar (Universidad de Alcalá, Departamento de Geografía, 1992). En el caso de usos urbanos, las distintas escuelas de urbanismo en el mundo han teorizado distintos enfoques de análisis con el fin de definir las condiciones ideales. Los criterios varían desde condiciones climáticas hasta, estudios de suelos, paisajes y vientos ("Manual de Diseño Urbano", Jan Bazant, Mexico,2003).Mas, en nuestro país, existen las ocupaciones formales e informales, ambas condicionadas principalmente por las características topográficas del emplazamiento seleccionado. Desde las urbanizaciones formales , hasta las informales que se forman de forma atomizada dentro de las franjas de 20 m, a cada lado de las carreteras, tienen como común denominador, la suavidad de la pendiente presente, las cuales varíen entre 0° y 5% . Para este tipo de ocupaciones no son imprescindibles la presencia de servicios básicos de luz y agua, solo el hecho de existir un espacio mínimo, que permita el establecimiento de algún tipo de edificación simple ya sea con fines comerciales o residenciales (FIGURA N° 72).



FIGURA N° 72 : Invasiones Carretera Arequipa-La Joya  
Fuente : Diario La Republica

Por otro lado, este tipo de ocupación basal, ligada a zonas de pendiente mínima, cuando es informal, solo es propiciada por iniciativas individuales o de grupos mínimos, quienes al final crecen solo hasta donde da la capacidad de acogida de crecimiento informal que ellos mismos han propiciado. Es por ello que podemos afirmar también que si bien la pendiente suave marca urbanidad potencial en un territorio determinado, tanto o más importante es que esta característica física tenga areajes suficiente que permita un crecimiento permanente en el tiempo y que le permita a un inicial insipiente asentamiento humano, convertirse en una ciudad.

Es por ello que, es posible afirmar que existen dos escenarios urbanos en un territorio dado, el primero ligado a los espacios actualmente ocupados por ciudades, centros poblados y asentamientos humanos en general y otro conformado por los espacios urbanos potenciales definidos por la morfología de suave pendiente.

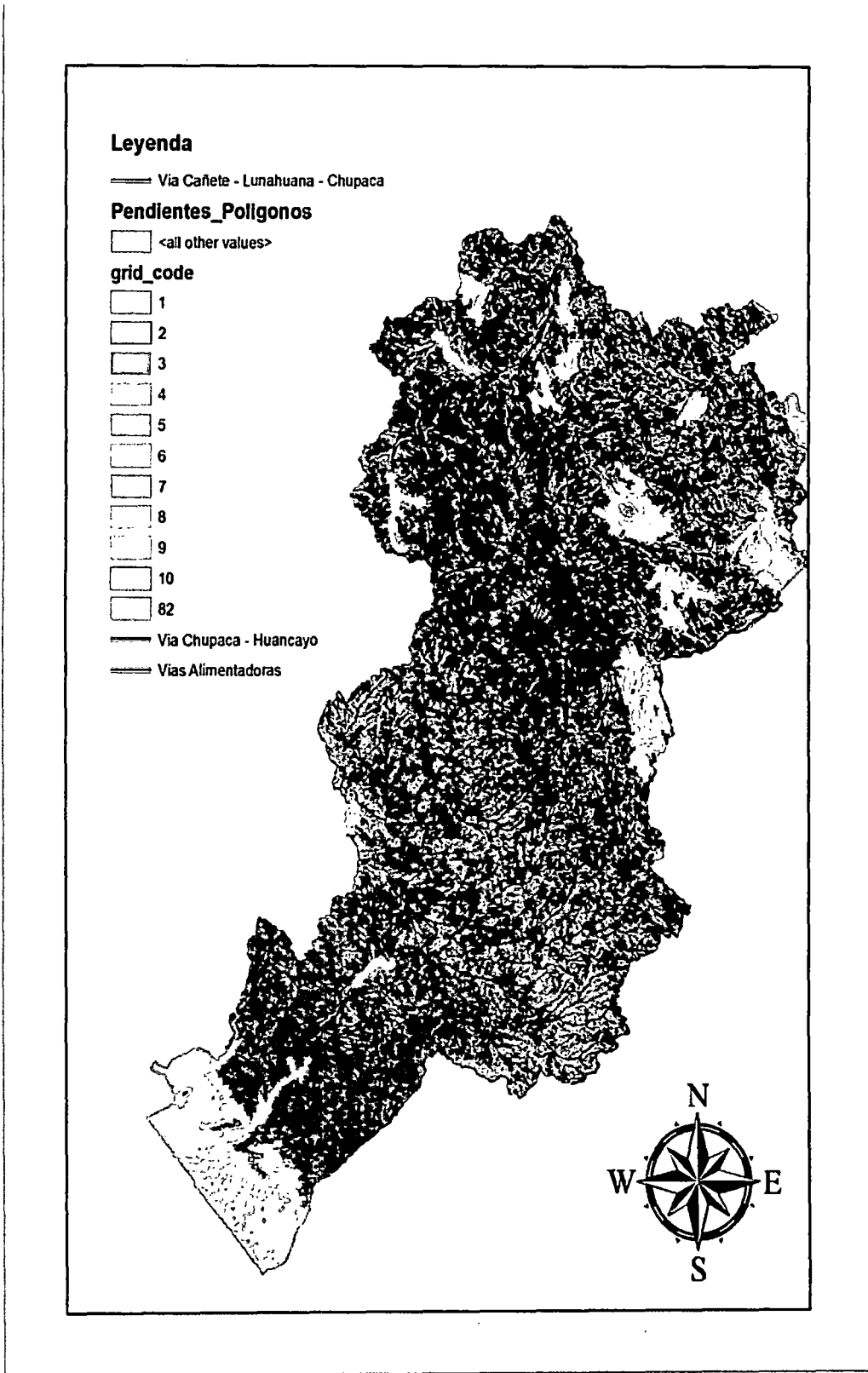
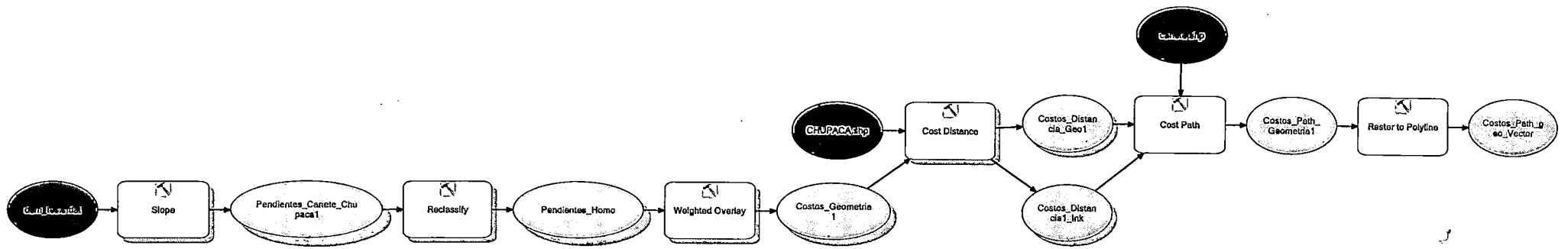


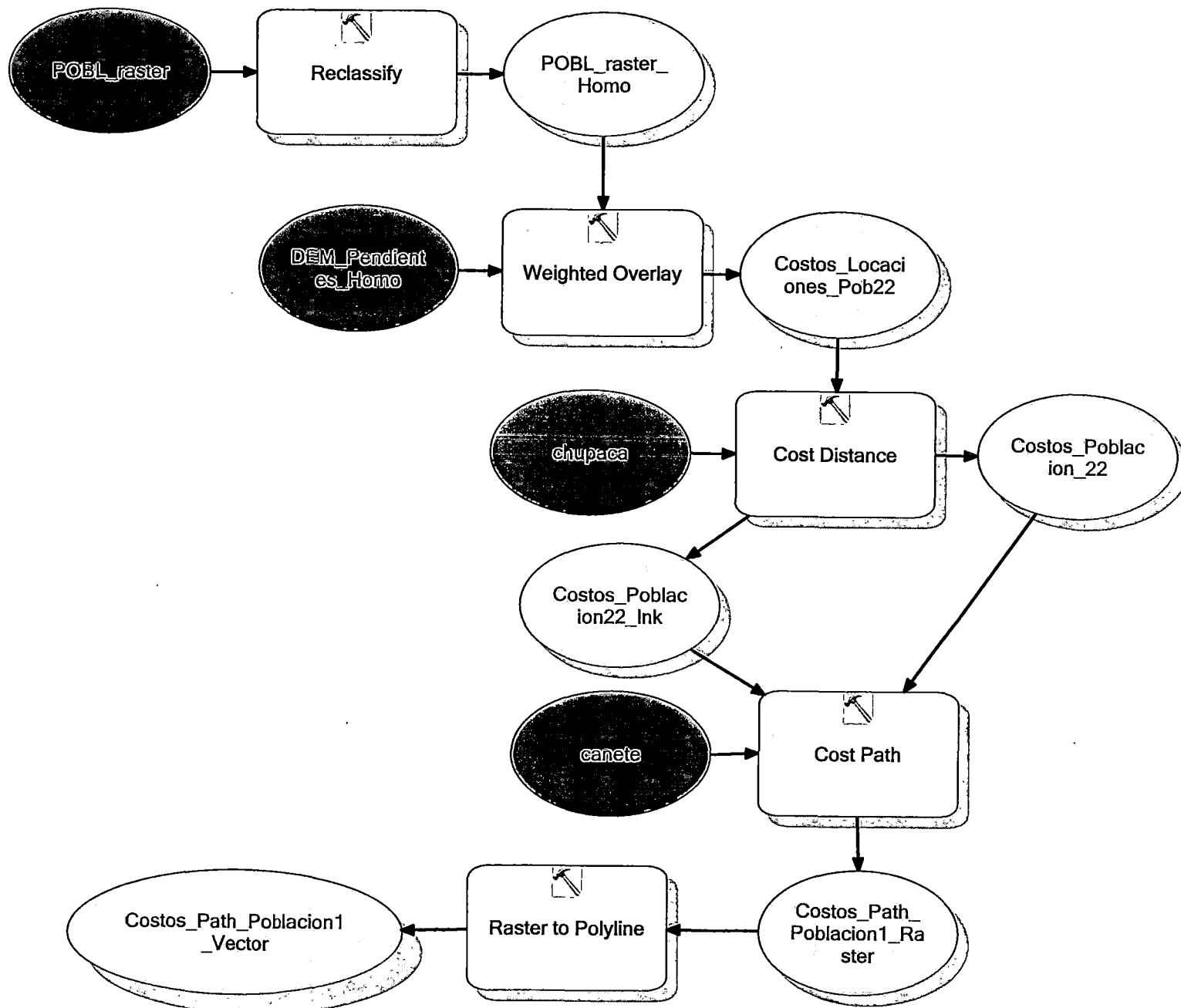
FIGURA N° 73 : Áreas de Potencial Urbano en color celeste  
Fuente : Elaboración propia

## **ANEXO II    MAPAS DE CLUSTER NACIONAL EN IDH**

## **ANEXO IV    MODELOS DE ESCENARIOS PROSPECTIVOS DE TRAZO**

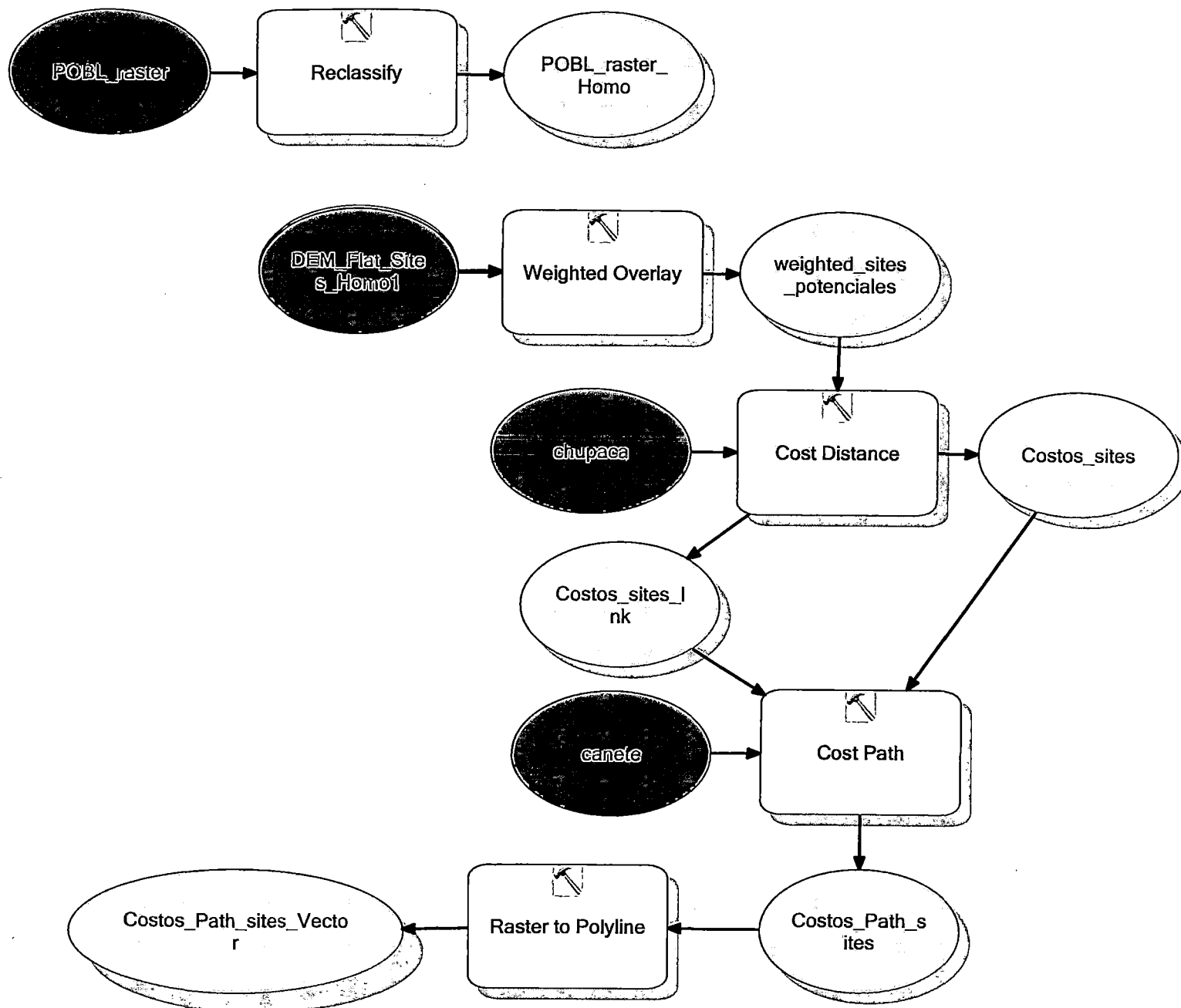


Modelo de Trazo geometrico

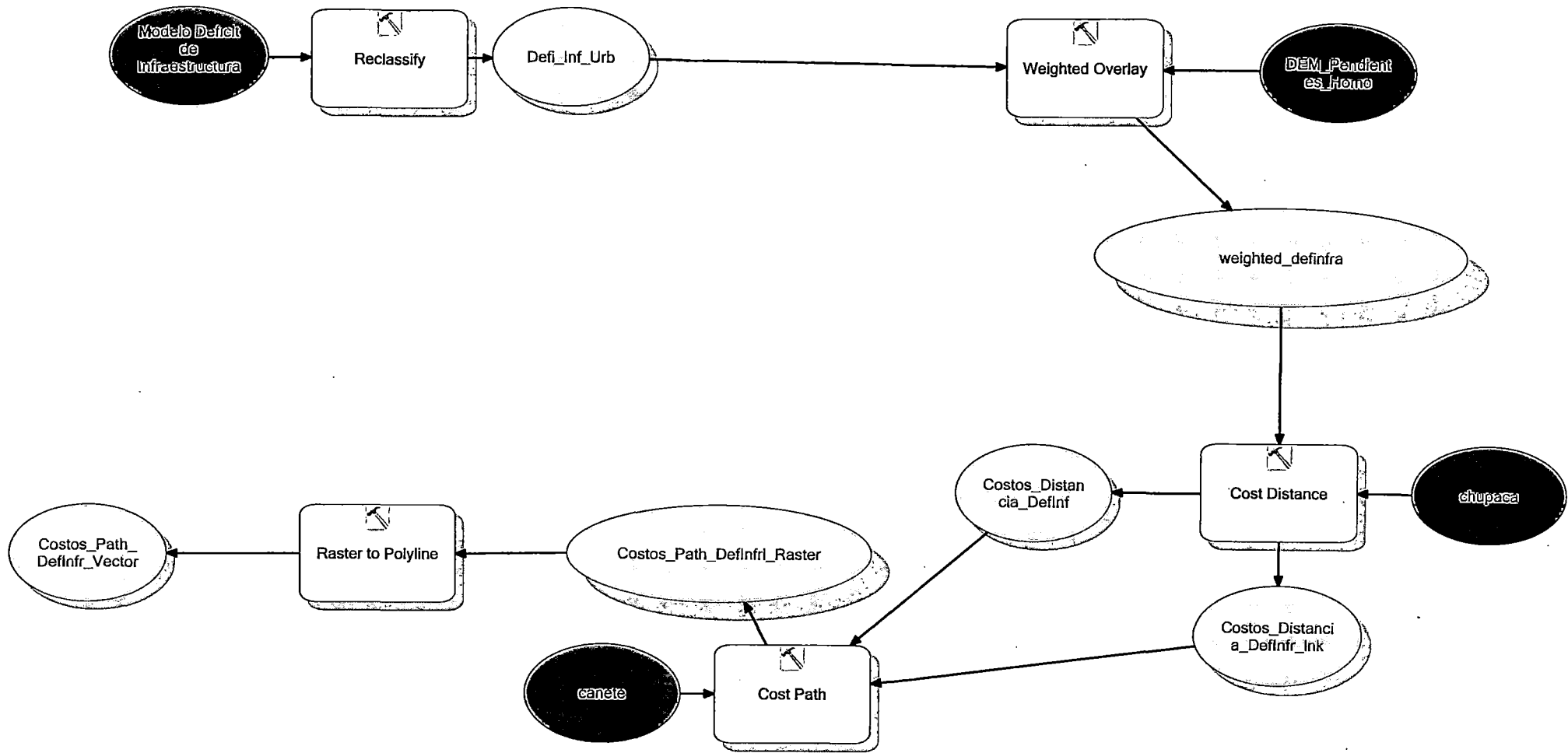


Modelo Trazo predominancia atencion a poblacion

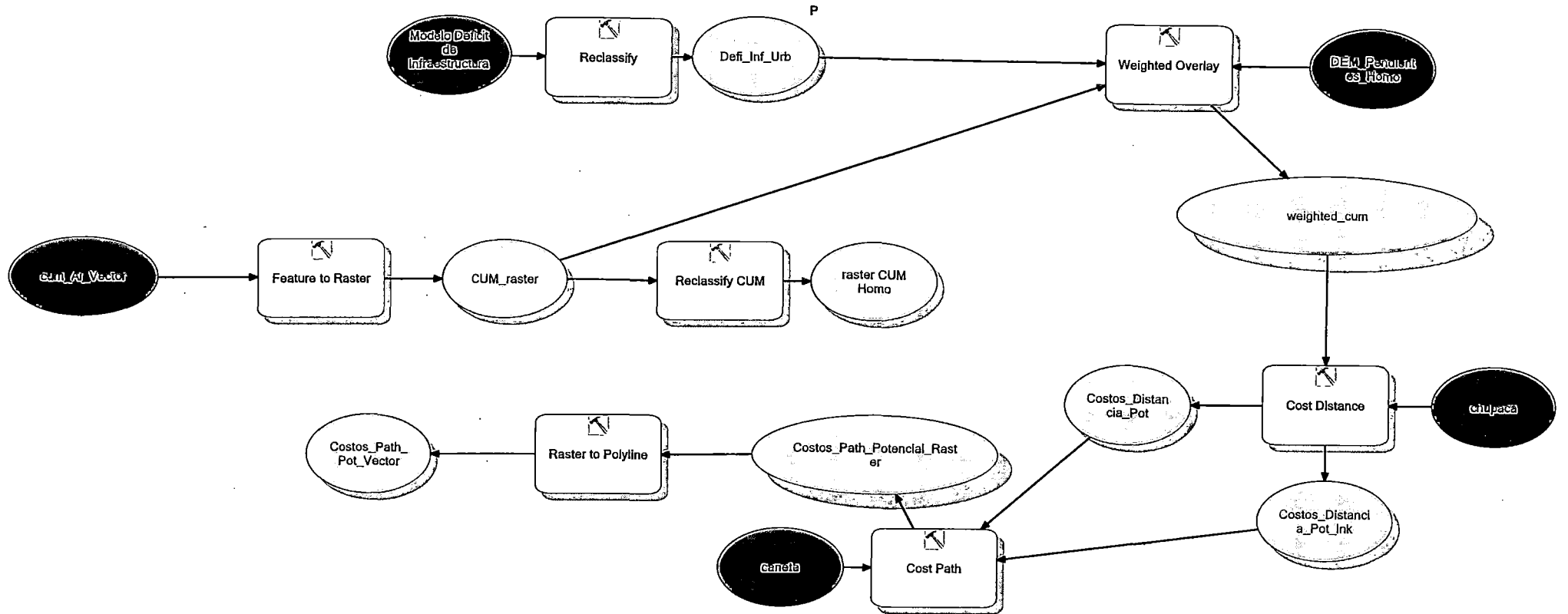




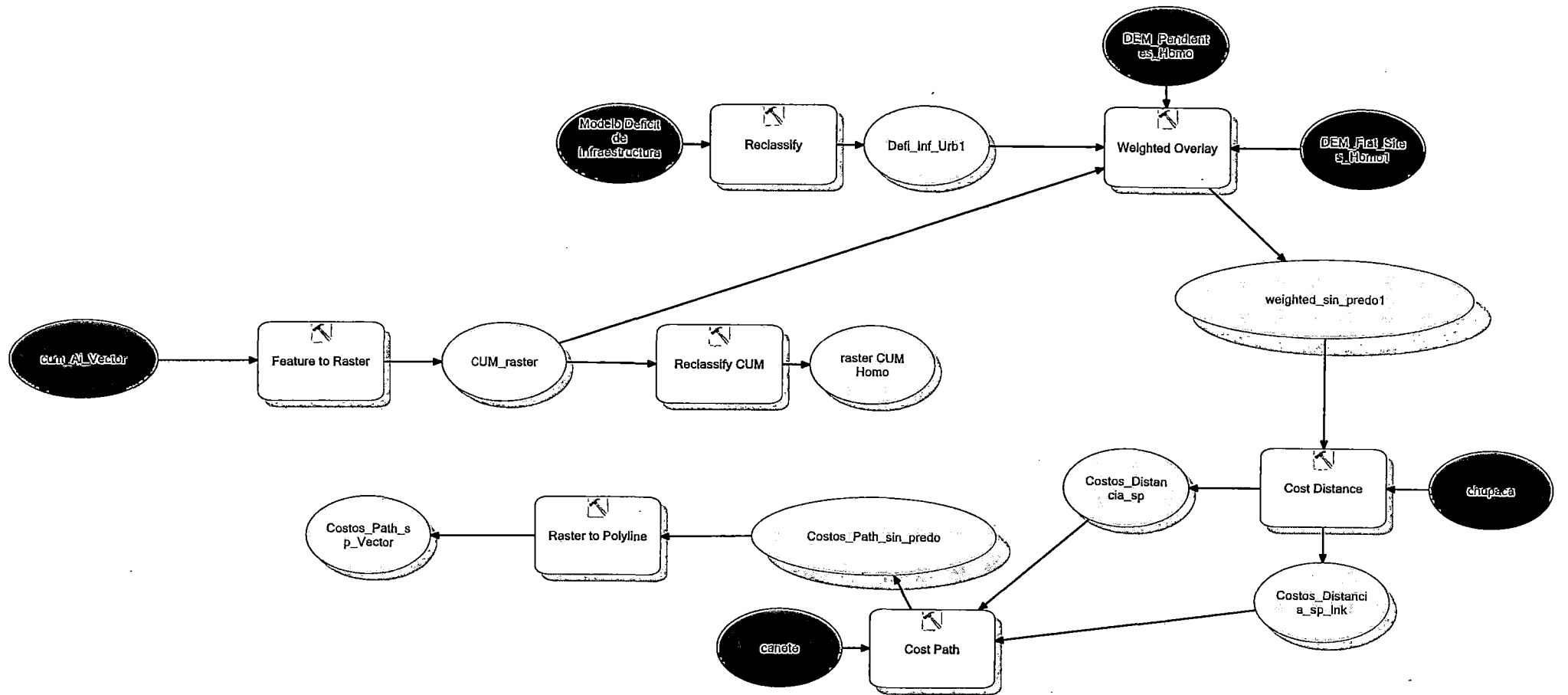
Trazo Carretero con predominancia al desarrollo urbano potencial



Modelo Trazo aprovecha Infraestructura Urbana



Modelo de Trazo relativo al Potencial del Suelo



## **ANEXO V    REPORTES DETALLADO DE MODELOS**

## Model Report

[Expand/Collapse All](#)

Generated on: Wed Aug 06 20:26:16 2014

## Variables

### ⚡cum\_Ai\_Vector

*Data Type:*Layer*Value:*cum\_Ai

### ⚡CUM\_raster

*Data Type:*Raster Dataset*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\CUM\_raster

### ⚡raster CUM Homo

*Data Type:*Raster Dataset*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Pendientes\_Canete\_Chupaca\_Pot\_Homo1

### ⚡canete

*Data Type:*Composite Geodataset*Value:*canete

### ⚡chupaca

*Data Type:*Composite Geodataset*Value:*chupaca

### ⚡DEM\_Pendientes\_Homo

*Data Type:*Raster Layer*Value:*DEM\_Pendientes\_Homo

### ⚡Modelo Deficit de Infraestructura Urbana

*Data Type:*Composite Geodataset*Value:*Modelo Deficit de Infraestructura Urbana

### ⚡Defi\_Inf\_Urb

*Data Type:*Raster Dataset*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Scratch\_Tesis\_Trazos.mdb\Reclass\_tif1

### ⚡weighted\_cum

*Data Type:*Raster Dataset*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\weighted\_cum

### ⚡Costos\_Distancia\_Pot

*Data Type:*Raster Dataset*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia\_Pot

### ⚡Costos\_Distancia\_Pot\_Ink

*Data Type:*Raster Dataset*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia\_Pot\_Ink

### ⚡Costos\_Path\_Potencial\_Raster

*Data Type:*Raster Dataset*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Potencial

### ⚡Costos\_Path\_Pot\_Vector

*Data Type:*Feature Class*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Pot\_Vector

## Processes

Feature to Raster

Tool Name: Feature to Raster

Tool Source: d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx\Raster\FeatureToRaster

Parameters:

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input features	Input	Required	Composite Geodataset	cum_Ai
Field	Input	Required	Field	DESCRIPCIO
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\CUM_raster
Output cell size	Input	Optional	Analysis Cell Size	30.9220807759093

Messages:

Succeeded at Sun Aug 03 21:40:41 2014 (Elapsed Time: 5.09 seconds)

Reclassify CUM

Tool Name: Reclassify

Tool Source: d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\3D Analyst Tools.tbx\Raster\Reclassify

Parameters:

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\CUM_raster
Reclass field	Input	Required	Field	VALUE
Reclassification	Input	Required	Remap	1 2 1;2 4 2;4 7 3;7 8 4;8 10 5;10 12 6;12 15 7;15 17 8;17 18 9
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Pendientes_Canete_Chupaca_Pot_Homol
Change missing values to NoData	Input	Optional	Boolean	false

Messages:

Executing (Reclassify CUM): Reclassify "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\CUM\_raster" VALUE "1 2 1;2 4 2;4 7 3;7 8 4;8 10 5;10 12 6;12 15 7;15 17 8;17 18 9" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Pendientes\_Canete\_Chupaca\_Pot\_Homol" DATA

Start Time: Sun Aug 03 21:40:41 2014

Succeeded at Sun Aug 03 21:40:45 2014 (Elapsed Time: 3.19 seconds)

Reclassify

Tool Name: Reclassify

Tool Source: d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Reclass\Reclassify

Parameters:

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	Modelo Deficit de Infraestructura Urbana

Reclass field	Input	Required	Field	Value
Reclassification	Input	Required	Remap	0.54057604074478149 1 1;1 2 2;2 3 3;3 4 4;4 5 5;5 6 6;6 7 7;7 8 8;8 9 9;9 10 10
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Scratch_Tesis_Trazos.mdb\Reclass_tif1
Change missing values to NoData	Input	Optional	Boolean	false

⚡Messages:

- ❗ Executing (Reclassify): Reclassify "Modelo Deficit de Infraestructura Urbana" Value "0.54057604074478149 1 1;1 2 2;2 3 3;3 4 4;4 5 5;5 6 6;6 7 7;7 8 8;8 9 9;9 10 10" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Scratch\_Tesis\_Trazos.mdb\Reclass\_tif1" DATA
- 🕒 Start Time: Sun Aug 03 21:40:45 2014
- ⚠ The input raster minimum (0.54057604074478005) is out of range. To ensure a correct reclassification, edit ranges or use a different precision settings in the Reclassification dialog box.
- 🕒 Succeeded at Sun Aug 03 21:40:47 2014 (Elapsed Time: 2.60 seconds)

⚡Weighted Overlay

**Tool Name:** Weighted Overlay

**Tool Source:** d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Overlay\WeightedOverlay

⚡Parameters:

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Weighted overlay table	Input	Required	Weighted Overlay Table	('DEM_Pendientes_Homo' 50 'Value' (1 1; 2 2; 3 3; 4 4; 5 5; 6 6; 7 7; 8 8; 9 9; 10 10;NODATA NODATA); 'D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\CUM_raster' 25 'DESCRIPCIO' ('Proteccion - Pastoreo, Calidad Agrologica Baja - Cultivos en Limpio, Calidad Agrologica Baja. Limitacion por suelo y erosion.' 10; 'Proteccion (formacion de nivales)' 10; 'Pastoreo de paramo, Calidad Agrologica Media - Proteccion. Limitacion por suelo, erosion y clima.' 10; 'Proteccion (limitacion por suelo y erosion)' 10; 'Laguna' 10; 'Nevado' 10; ' ' NODATA; 'Pastoreo de paramo, Calidad Agrologica Baja - Proteccion. Limitacion por suelo y erosion' 10; 'Proteccion - Pastoreo - Cultivos en Limpio. Calidad Agrologica Baja, limitacion por suelo, erosion y clima.' 10; 'Proteccion - Pastoreo de paramo, Calidad Agrologica Baja. Limitacion por suelo, erosion y clima.' 10; 'Proteccion (formacion litica)' 10; 'Pastoreo, Calidad Agrologica Baja - Proteccion. Limitacion por suelo y erosion.' 10; 'Cultivos en Limpio, Calidad Agrologica Alta - Cultivos Permanentes, Calidad Agrol Media. Limitacion por suelo, requieren riego' 1; 'Proteccion - Pastoreo temporal, Calidad Agrologica Baja. Limitacion por suelo y erosion.' 1; 'Poblado' 1; 'Proteccion (playa)' 1; 'Cultivos en Limpio - Pastoreo - Proteccion. Calidad Agrologica Media, limitacion por suelo y erosion' 1; 'Cultivos en Limpio de Calidad Media, limitacion por suelo' 1;NODATA NODATA); 'D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Scratch_Tesis_Trazos.mdb\Reclass_tif1' 25 'Value' (1 1; 2 2; 3 3; 4 4;NODATA NODATA));1 10 1
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\weighted_cum

⚡Messages:

- ❗ Executing (Weighted Overlay): WeightedOverlay "('DEM\_Pendientes\_Homo' 50 'Value' (1 1; 2 2; 3 3; 4 4; 5 5; 6 6; 7 7; 8 8; 9 9; 10 10;NODATA NODATA); 'D:\DATOS\tesis\ARCGIS



DATA\Tesis\_Trazos.mdb\CUM\_raster' 25 'DESCRIPCIO' ('Proteccion - Pastoreo, Calidad Agrologica Baja - Cultivos en Limpio, Calidad Agrologica Baja. Limitacion por suelo y erosion.' 10; 'Proteccion (formacion de nivales)' 10; 'Pastoreo de paramo, Calidad Agrologica Media - Proteccion. Limitacion por suelo, erosion y clima.' 10; 'Proteccion (limitacion por suelo y erosion)' 10; 'Laguna' 10; 'Nevado' 10; ' 'NODATA'; 'Pastoreo de paramo, Calidad Agrologica Baja - Proteccion. Limitacion por suelo y erosion' 10; 'Proteccion - Pastoreo - Cultivos en Limpio. Calidad Agrologica Baja, limitacion por suelo, erosion y clima.' 10; 'Proteccion - Pastoreo de paramo, Calidad Agrologica Baja. Limitacion por suelo, erosion y clima.' 10; 'Proteccion (formacion litica)' 10; 'Pastoreo, Calidad Agrologica Baja - Proteccion. Limitacion por suelo y erosion.' 10; 'Cultivos en Limpio, Calidad Agrologica Alta - Cultivos Permanentes, Calidad Agrol Media. Limitacion por suelo, requieren riego' 1; 'Proteccion - Pastoreo temporal, Calidad Agrologica Baja. Limitacion por suelo y erosion.' 1; 'Poblado' 1; 'Proteccion (playa)' 1; 'Cultivos en Limpio - Pastoreo - Proteccion. Calidad Agrologica Media, limitacion por suelo y erosion' 1; 'Cultivos en Limpio de Calidad Media, limitacion por suelo' 1;NODATA NODATA); 'D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Scratch\_Tesis\_Trazos.mdb\Reclass\_tifl' 25 'Value' (1 1; 2 2; 3 3; 4 4;NODATA NODATA));1 10 1" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\weighted\_cum"

- Start Time: Sun Aug 03 21:40:47 2014
- Succeeded at Sun Aug 03 21:40:53 2014 (Elapsed Time: 5.34 seconds)

⚡ Cost Distance

**Tool Name:**Cost Distance

**Tool Source:**d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Distance\CostDistance

⚡ Parameters:

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster or feature source data	Input	Required	Composite Geodataset	chupaca
Input cost raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\weighted_cum
Output distance raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Distancia_Pot
Maximum distance	Input	Optional	Double	
Output backlink raster	Output	Optional	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Distancia_Pot_Ink

⚡ Messages:

- Executing (Cost Distance): CostDistance chupaca "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\weighted\_cum" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia\_Pot" # "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia\_Pot\_Ink"
- Start Time: Sun Aug 03 21:41:00 2014
- Succeeded at Sun Aug 03 21:44:45 2014 (Elapsed Time: 3 minutes 44 seconds)

⚡ Cost Path

**Tool Name:**Cost Path

**Tool Source:**d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Distance\CostPath

⚡ Parameters:

Name	Direction	Type	Data Type	Value

<b>Input raster or feature destination data</b>	Input	Required	Composite Geodataset	canete
<b>Input cost distance raster</b>	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Distancia_Pot
<b>Input cost backlink raster</b>	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Distancia_Pot_Ink
<b>Output raster</b>	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Path_Potencial
<b>Path type</b>	Input	Optional	String	EACH_CELL
<b>Destination field</b>	Input	Optional	Field	FID

⚡Messages:

- ❗ Executing (Cost Path): CostPath canete "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia\_Pot" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia\_Pot\_Ink" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Potencial" EACH\_CELL FID
- 🕒 Start Time: Sun Aug 03 21:44:56 2014
- 🏆 Succeeded at Sun Aug 03 21:45:03 2014 (Elapsed Time: 7.04 seconds)

⚡Raster to Polyline

*Tool Name:*Raster to Polyline

*Tool Source:*d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx\From Raster\RasterToPolyline

⚡Parameters:

<i>Name</i>	<i>Direction</i>	<i>Type</i>	<i>Data Type</i>	<i>Value</i>
<b>Input raster</b>	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Path_Potencial
<b>Output polyline features</b>	Output	Required	Feature Class	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Path_Pot_Vector
<b>Background value</b>	Input	Optional	String	ZERO
<b>Minimum dangle length</b>	Input	Optional	Double	0
<b>Simplify polylines</b>	Input	Optional	Boolean	true
<b>Field</b>	Input	Optional	Field	Value

⚡Messages:

- ❗ Executing (Raster to Polyline): RasterToPolyline "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Potencial" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Pot\_Vector" ZERO 0 SIMPLIFY Value
- 🕒 Start Time: Sun Aug 03 21:45:11 2014
- 🏆 Succeeded at Sun Aug 03 21:45:16 2014 (Elapsed Time: 4.92 seconds)

## Model Report

[Expand/Collapse All](#)

Generated on: Thu Aug 07 15:10:56 2014

### Variables

**↕cum\_Ai\_Vector***Data Type:*Layer*Value:*cum\_Ai**↕CUM\_raster***Data Type:*Raster Dataset*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\CUM\_raster**↕raster CUM Homo***Data Type:*Raster Dataset*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Pendientes\_Canete\_Chupaca\_Pot\_Homo1**↕canete***Data Type:*Composite Geodataset*Value:*canete**↕chupaca***Data Type:*Composite Geodataset*Value:*chupaca**↕DEM\_Pendientes\_Homo***Data Type:*Raster Layer*Value:*DEM\_Pendientes\_Homo**↕DEM\_Flat\_Sites\_Homo1***Data Type:*Raster Layer*Value:*DEM\_Flat\_Sites\_Homo1**↕Modelo Deficit de Infraestructura Urbana***Data Type:*Composite Geodataset*Value:*Modelo Deficit de Infraestructura Urbana**↕Defi\_Inf\_Urb1***Data Type:*Raster Dataset*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Defi\_Inf\_Urb1**↕weighted\_sin\_predo1***Data Type:*Raster Dataset*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\weighted\_sin\_predo1**↕Costos\_Distancia\_sp***Data Type:*Raster Dataset*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia\_sp**↕Costos\_Distancia\_sp\_Ink***Data Type:*Raster Dataset*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia\_sp\_Ink**↕Costos\_Path\_sin\_predo***Data Type:*Raster Dataset*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_sin\_predo**↕Costos\_Path\_sp\_Vector***Data Type:*Feature Class*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_sp\_Vector

## Processes

### Feature to Raster

*Tool Name:* Feature to Raster

*Tool Source:* d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx\Raster\FeatureToRaster

#### Parameters:

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input features	Input	Required	Composite Geodataset	cum_Ai
Field	Input	Required	Field	DESCRIPCIO
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\CUM_raster
Output cell size	Input	Optional	Analysis Cell Size	30.9220807759093

#### Messages:

Succeeded at Mon Aug 04 23:32:20 2014 (Elapsed Time: 6.36 seconds)

### Reclassify CUM

*Tool Name:* Reclassify

*Tool Source:* d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\3D Analyst Tools.tbx\Raster\Reclass\Reclassify

#### Parameters:

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\CUM_raster
Reclass field	Input	Required	Field	VALUE
Reclassification	Input	Required	Remap	1 2 1;2 4 2;4 7 3;7 8 4;8 10 5;10 12 6;12 15 7;15 17 8;17 18 9
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Pendientes_Canete_Chupaca_Pot_Homo1
Change missing values to NoData	Input	Optional	Boolean	false

#### Messages:

Executing (Reclassify CUM): Reclassify "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\CUM\_raster" VALUE "1 2 1;2 4 2;4 7 3;7 8 4;8 10 5;10 12 6;12 15 7;15 17 8;17 18 9" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Pendientes\_Canete\_Chupaca\_Pot\_Homo1" DATA

Start Time: Mon Aug 04 23:32:25 2014

Succeeded at Mon Aug 04 23:32:29 2014 (Elapsed Time: 3.43 seconds)

### Reclassify

*Tool Name:* Reclassify

*Tool Source:* d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Reclass\Reclassify

#### Parameters:

Name	Direction	Type	Data Type	Value
------	-----------	------	-----------	-------

<b>Input raster</b>	Input	Required	Composite Geodataset	Modelo Deficit de Infraestructura Urbana
<b>Reclass field</b>	Input	Required	Field	Value
<b>Reclassification</b>	Input	Required	Remap	0.54057604074478149 1 1;1 2 2;2 3 3;3 4 4;4 5 5;5 6 6;6 7 7;7 8 8;8 9 9;9 10 10
<b>Output raster</b>	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Defi_Inf_Urb1
<b>Change missing values to NoData</b>	Input	Optional	Boolean	false

⚠Messages:

- ⓘ Executing (Reclassify): Reclassify "Modelo Deficit de Infraestructura Urbana" Value "0.54057604074478149 1 1;1 2 2;2 3 3;3 4 4;4 5 5;5 6 6;6 7 7;7 8 8;8 9 9;9 10 10" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Defi\_Inf\_Urb1" DATA
- 🕒 Start Time: Mon Aug 04 23:32:29 2014
- ⚠ The input raster minimum (0.54057604074478005) is out of range. To ensure a correct reclassification, edit ranges or use a different precision settings in the Reclassification dialog box.
- 🕒 Succeeded at Mon Aug 04 23:32:32 2014 (Elapsed Time: 3.47 seconds)

⚠Weighted Overlay




**Tool Name:** Weighted Overlay

**Tool Source:** d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Overlay\WeightedOverlay

⚠Parameters:

Name	Direction	Type	Data Type	Value
<b>Weighted overlay table</b>	Input	Required	Weighted Overlay Table	('DEM Pendientes_Homo' 50 'Value' (1 1; 2 2; 3 3; 4 4; 5 5; 6 6; 7 7; 8 8; 9 9; 10 10;NODATA NODATA); 'D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\CUM_raster' 18 'DESCRIPCIO' ('Proteccion - Pastoreo, Calidad Agrologica Baja - Cultivos en Limpio, Calidad Agrologica Baja. Limitacion por suelo y erosion.' 10; 'Proteccion (formacion de nivales)' 10; 'Pastoreo de paramo, Calidad Agrologica Media - Proteccion. Limitacion por suelo, erosion y clima.' 10; 'Proteccion (limitacion por suelo y erosion)' 10; 'Laguna' 10; 'Nevado' 10; ' ' NODATA; 'Pastoreo de paramo, Calidad Agrologica Baja - Proteccion. Limitacion por suelo y erosion' 10; 'Proteccion - Pastoreo - Cultivos en Limpio. Calidad Agrologica Baja, limitacion por suelo, erosion y clima.' 10; 'Proteccion - Pastoreo de paramo, Calidad Agrologica Baja. Limitacion por suelo, erosion y clima.' 10; 'Proteccion (formacion litica)' 10; 'Pastoreo, Calidad Agrologica Baja - Proteccion. Limitacion por suelo y erosion.' 10; 'Cultivos en Limpio, Calidad Agrologica Alta - Cultivos Permanentes, Calidad Agrol Media. Limitacion por suelo, requieren riego' 1; 'Proteccion - Pastoreo temporal, Calidad Agrologica Baja. Limitacion por suelo y erosion.' 1; 'Poblado' 1; 'Proteccion (playa)' 1; 'Cultivos en Limpio - Pastoreo - Proteccion. Calidad Agrologica Media, limitacion por suelo y erosion' 1; 'Cultivos en Limpio de Calidad Media, limitacion por suelo' 1;NODATA NODATA); 'DEM Flat_Sites_Homol' 16 'Value' (1 1; 100 10;NODATA NODATA); 'D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Defi_Inf_Urb1' 16 'VALUE' (1 1; 2 2; 3 3; 4 4; 5 5; 6 6; 7 7; 8 8; 9 9; 10 10;NODATA NODATA));1 10 1
<b>Output raster</b>	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\weighted_sin_predol

Messages:

-  Executing (Weighted Overlay): WeightedOverlay "(DEM\_Pendientes\_Homo' 50 'Value' (1 1; 2 2; 3 3; 4 4; 5 5; 6 6; 7 7; 8 8; 9 9; 10 10;NODATA NODATA); 'D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\CUM\_raster' 18 'DESCRIPCIO' ('Proteccion - Pastoreo, Calidad Agrologica Baja - Cultivos en Limpio, Calidad Agrologica Baja. Limitacion por suelo y erosion.' 10; 'Proteccion (formacion de nivales)' 10; 'Pastoreo de paramo, Calidad Agrologica Media - Proteccion. Limitacion por suelo, erosion y clima.' 10; 'Proteccion (limitacion por suelo y erosion)' 10; 'Laguna' 10; 'Nevado' 10; ' 'NODATA; 'Pastoreo de paramo, Calidad Agrologica Baja - Proteccion. Limitacion por suelo y erosion' 10; 'Proteccion - Pastoreo - Cultivos en Limpio. Calidad Agrologica Baja, limitacion por suelo, erosion y clima.' 10; 'Proteccion - Pastoreo de paramo, Calidad Agrologica Baja. Limitacion por suelo, erosion y clima.' 10; 'Proteccion (formacion litica)' 10; 'Pastoreo, Calidad Agrologica Baja - Proteccion. Limitacion por suelo y erosion.' 10; 'Cultivos en Limpio, Calidad Agrologica Alta - Cultivos Permanentes, Calidad Agrol Media. Limitacion por suelo, requieren riego' 1; 'Proteccion - Pastoreo temporal, Calidad Agrologica Baja. Limitacion por suelo y erosion.' 1; 'Poblado' 1; 'Proteccion (playa)' 1; 'Cultivos en Limpio - Pastoreo - Proteccion. Calidad Agrologica Media, limitacion por suelo y erosion' 1; 'Cultivos en Limpio de Calidad Media, limitacion por suelo' 1;NODATA NODATA); 'DEM\_Flat\_Sites\_Homo' 16 'Value' (1 1; 100 10;NODATA NODATA); 'D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Defi\_Inf\_Urb' 16 'VALUE' (1 1; 2 2; 3 3; 4 4; 5 5; 6 6; 7 7; 8 8; 9 9; 10 10;NODATA NODATA));1 10 1" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\weighted\_sin\_predo1"
-  Start Time: Mon Aug 04 23:32:33 2014
-  Succeeded at Mon Aug 04 23:32:41 2014 (Elapsed Time: 8.54 seconds)

Cost Distance




**Tool Name:**Cost Distance

**Tool Source:**d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Distance\CostDistance

Parameters:

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster or feature source data	Input	Required	Composite Geodataset	chupaca
Input cost raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\weighted_sin_predo1
Output distance raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Distancia_sp
Maximum distance	Input	Optional	Double	
Output backlink raster	Output	Optional	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Distancia_sp_ink

Messages:

-  Executing (Cost Distance): CostDistance chupaca "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\weighted\_sin\_predo1" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia\_sp" # "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia\_sp\_ink"
-  Start Time: Mon Aug 04 23:32:45 2014
-  Succeeded at Mon Aug 04 23:38:16 2014 (Elapsed Time: 5 minutes 30 seconds)

Cost Path

**Tool Name:**Cost Path




**Tool Source:**d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst

Tools.tbx\Distance\CostPath

Parameters:

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster or feature destination data	Input	Required	Composite Geodataset	canete
Input cost distance raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Distancia_sp
Input cost backlink raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Distancia_sp_Ink
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Path_sin_predo
Path type	Input	Optional	String	EACH_CELL
Destination field	Input	Optional	Field	FID

Messages:

-  Executing (Cost Path): CostPath canete "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia\_sp" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia\_sp\_Ink" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_sin\_predo" EACH\_CELL FID
-  Start Time: Mon Aug 04 23:38:29 2014
-  Succeeded at Mon Aug 04 23:38:36 2014 (Elapsed Time: 7.03 seconds)

Raster to Polyline




Tool Name: Raster to Polyline

Tool Source: d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx\From Raster\RasterToPolyline

Parameters:

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Path_sin_predo
Output polyline features	Output	Required	Feature Class	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Path_sp_Vector
Background value	Input	Optional	String	ZERO
Minimum dangle length	Input	Optional	Double	0
Simplify polylines	Input	Optional	Boolean	true
Field	Input	Optional	Field	Value

Messages:

-  Executing (Raster to Polyline): RasterToPolyline "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_sin\_predo" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_sp\_Vector" ZERO 0 SIMPLIFY Value
-  Start Time: Mon Aug 04 23:38:46 2014
-  Succeeded at Mon Aug 04 23:38:51 2014 (Elapsed Time: 5.22 seconds)

## Model Report

[Expand/Collapse All](#)

Generated on: Wed Aug 06 20:22:49 2014

## Variables

### ⚡canete.shp

*Data Type:* Composite Geodataset

*Value:* D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\MODELO\_LEAST\_COST\canete.shp

### ⚡CHUPACA.shp

*Data Type:* Composite Geodataset

*Value:* D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\CHUPACA.shp

### ⚡dem\_tesis.dat

*Data Type:* Composite Geodataset

*Value:* dem\_tesis.dat

### ⚡Pendientes\_Canete\_Chupaca1

*Data Type:* Raster Dataset

*Value:* D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Pendientes\_Canete\_Chupaca1

### ⚡Pendientes\_Homo

*Data Type:* Raster Dataset

*Value:* D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Pendientes\_Homo

### ⚡Costos\_Geometria1

*Data Type:* Raster Dataset

*Value:* D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\costos\_geometria1

### ⚡Costos\_Distancia\_Geo1

*Data Type:* Raster Dataset

*Value:* D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia\_Geo1

### ⚡Costos\_Distancia1\_Ink

*Data Type:* Raster Dataset

*Value:* D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia1\_Ink

### ⚡Costos\_Path\_Geometria1

*Data Type:* Raster Dataset

*Value:* D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Geometria1

### ⚡Costos\_Path\_geo\_Vector

*Data Type:* Feature Class

*Value:* D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_geo\_Vector

## Processes

### ⚡Slope

*Tool Name:* Slope

*Tool Source:* d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\3D Analyst Tools.tbx\Raster Surface\Slope

⚡Parameters:

---



<i>Name</i>	<i>Direction</i>	<i>Type</i>	<i>Data Type</i>	<i>Value</i>
<b>Input raster</b>	Input	Required	Composite Geodataset	dem_tesis.dat
<b>Output raster</b>	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Pendientes_Canete_Chupaca1
<b>Output measurement</b>	Input	Optional	String	DEGREE
<b>Z factor</b>	Input	Optional	Double	1

⌘ Messages:

- Ⓜ Executing (Slope): Slope dem\_tesis.dat "D:\DATOS\tesis\ARCGIS  
DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Pendientes\_Canete\_Chupaca1" DEGREE 1
- Ⓜ Start Time: Tue Aug 05 22:42:56 2014
- Ⓜ Succeeded at Tue Aug 05 22:43:14 2014 (Elapsed Time: 18.13 seconds)

⌘ Reclassify

*Tool Name:* Reclassify

*Tool Source:* d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst  
Tools.tbx\Reclass\Reclassify

⌘ Parameters:

<i>Name</i>	<i>Direction</i>	<i>Type</i>	<i>Data Type</i>	<i>Value</i>
<b>Input raster</b>	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Pendientes_Canete_Chupaca1
<b>Reclass field</b>	Input	Required	Field	Value
<b>Reclassification</b>	Input	Required	Remap	0 5.1649994850158691 1;5.1649994850158691 9.5875110626220703 2;9.5875110626220703 13.953656196594238 3;13.953656196594238 18.43562126159668 4;18.43562126159668 23.081945419311523 5;23.081945419311523 27.864362716674805 6;27.864362716674805 32.805229187011719 7;32.805229187011719 38.162136077880859 8;38.162136077880859 45.449478149414063 9;45.449478149414063 86.626029968261719 10
<b>Output raster</b>	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Pendientes_Homo
<b>Change missing values to NoData</b>	Input	Optional	Boolean	false

⌘ Messages:

- Ⓜ Executing (Reclassify): Reclassify "D:\DATOS\tesis\ARCGIS  
DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Pendientes\_Canete\_Chupaca1" Value "0 5.1649994850158691  
1;5.1649994850158691 9.5875110626220703 2;9.5875110626220703  
13.953656196594238 3;13.953656196594238 18.43562126159668 4;18.43562126159668  
23.081945419311523 5;23.081945419311523 27.864362716674805

6;27.864362716674805 32.805229187011719 7;32.805229187011719  
 38.162136077880859 8;38.162136077880859 45.449478149414063  
 9;45.449478149414063 86.626029968261719 10" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS  
 DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Pendientes\_Homo" DATA

Start Time: Tue Aug 05 22:46:35 2014

The input raster maximum (86.626029968262003) is out of range. To ensure a correct reclassification, edit ranges or use a different precision settings in the Reclassification dialog box.

Succeeded at Tue Aug 05 22:46:39 2014 (Elapsed Time: 3.85 seconds)

**Weighted Overlay**

*Tool Name:* Weighted Overlay

*Tool Source:* d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Overlay\WeightedOverlay

**Parameters:**

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Weighted overlay table	Input	Required	Weighted Overlay Table	('D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Pendientes_Homo' 100 'VALUE' (1 1; 2 2; 3 3; 4 4; 5 5; 6 6; 7 7; 8 8; 9 9; 10 1;NODATA NODATA));1 9 1
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\costos_geometrial

**Messages:**

Executing (Weighted Overlay): WeightedOverlay "(D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Pendientes\_Homo' 100 'VALUE' (1 1; 2 2; 3 3; 4 4; 5 5; 6 6; 7 7; 8 8; 9 9; 10 1;NODATA NODATA));1 9 1" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\costos\_geometrial"

Start Time: Tue Aug 05 22:46:39 2014

Succeeded at Tue Aug 05 22:46:43 2014 (Elapsed Time: 3.78 seconds)

**Cost Distance**

*Tool Name:* Cost Distance

*Tool Source:* d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Distance\CostDistance

**Parameters:**

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster or feature source data	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\CHUPACA.shp
Input cost raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\costos_geometrial
Output distance raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Distancia_Geo1

Maximum distance	Input	Optional	Double	
Output backlink raster	Output	Optional	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Distancia1_Ink

⚡Messages:

❗ Executing (Cost Distance): CostDistance "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\CHUPACA.shp" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\costos\_geometria1" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia\_Geo1" # "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia1\_Ink"

🕒 Start Time: Tue Aug 05 22:46:47 2014

🕒 Succeeded at Tue Aug 05 22:46:52 2014 (Elapsed Time: 5.22 seconds)

⚡Cost Path

*Tool Name:* Cost Path

*Tool Source:* d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Distance\CostPath

⚡Parameters:

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster or feature destination data	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\MODELO_LEAST_COST\canete.shp
Input cost distance raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Distancia_Geo1
Input cost backlink raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Distancia1_Ink
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Path_Geometria1
Path type	Input	Optional	String	EACH_CELL
Destination field	Input	Optional	Field	FID

⚡Messages:

⚠ WARNING 000870: Output raster: Output D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Geometria1 exists. It will be overwritten.

⚡Raster to Polyline

*Tool Name:* Raster to Polyline

*Tool Source:* d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx\From Raster\RasterToPolyline

⚡Parameters:

<i>Name</i>	<i>Direction</i>	<i>Type</i>	<i>Data Type</i>	<i>Value</i>
<b>Input raster</b>	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Path_Geometria1
<b>Output polyline features</b>	Output	Required	Feature Class	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Path_geo_Vector
<b>Background value</b>	Input	Optional	String	ZERO
<b>Minimum dangle length</b>	Input	Optional	Double	0
<b>Simplify polylines</b>	Input	Optional	Boolean	true
<b>Field</b>	Input	Optional	Field	VALUE

⚡Messages:

- ⚠ WARNING 000870: Output polyline features: Output D:\DATOS\tesis\ARCGIS  
DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_geo\_Vector exists. It will be overwritten.

## Model Report

[Expand/Collapse All](#)

Generated on: Wed Aug 06 20:30:33 2014

## Variables

### ⌘ canete

*Data Type:* Composite Geodataset

*Value:* canete

### ⌘ chupaca

*Data Type:* Composite Geodataset

*Value:* chupaca

### ⌘ Modelo Deficit de Infraestructura Urbana

*Data Type:* Composite Geodataset

*Value:* Modelo Deficit de Infraestructura Urbana

### ⌘ Defi\_Inf\_Urb

*Data Type:* Raster Dataset

*Value:* D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Scratch\_Tesis\_Trazos.mdb\Reclass\_tif1

### ⌘ DEM\_Pendientes\_Homo

*Data Type:* Raster Layer

*Value:* DEM\_Pendientes\_Homo

### ⌘ weighted\_definfra

*Data Type:* Raster Dataset

*Value:* D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\weighted\_definfra

### ⌘ Costos\_Distancia\_DefInf

*Data Type:* Raster Dataset

*Value:* D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia\_DefInf

### ⌘ Costos\_Distancia\_DefInfr\_Ink

*Data Type:* Raster Dataset

*Value:* D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia\_DefInfr\_Ink

### ⌘ Costos\_Path\_DefInfrl\_Raster

*Data Type:* Raster Dataset

*Value:* D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Potencial

### ⌘ Costos\_Path\_DefInfr\_Vector

*Data Type:* Feature Class

*Value:* D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Pot\_Vector

## Processes

### ⌘ Reclassify

*Tool Name:* Reclassify

*Tool Source:* d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst

Tools.tbx\Reclass\Reclassify

⚡Parameters:

<i>Name</i>	<i>Direction</i>	<i>Type</i>	<i>Data Type</i>	<i>Value</i>
<b>Input raster</b>	Input	Required	Composite Geodataset	Modelo Deficit de Infraestructura Urbana
<b>Reclass field</b>	Input	Required	Field	Value
<b>Reclassification</b>	Input	Required	Remap	0.54057604074478149 1 1;1 2 2;2 3 3;3 4 4;4 5 5;5 6 6;6 7 7;7 8 8;8 9 9;9 10 10
<b>Output raster</b>	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Scratch_Tesis_Trazos.mdb\Reclass_tif1
<b>Change missing values to NoData</b>	Input	Optional	Boolean	false

⚡Messages:

- ⓘ Executing (Reclassify): Reclassify "Modelo Deficit de Infraestructura Urbana" Value "0.54057604074478149 1 1;1 2 2;2 3 3;3 4 4;4 5 5;5 6 6;6 7 7;7 8 8;8 9 9;9 10 10" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Scratch\_Tesis\_Trazos.mdb\Reclass\_tif1" DATA
- 🕒 Start Time: Tue Aug 05 21:07:20 2014
- ⚠ The input raster minimum (0.54057604074478005) is out of range. To ensure a correct reclassification, edit ranges or use a different precision settings in the Reclassification dialog box.
- 🕒 Succeeded at Tue Aug 05 21:07:23 2014 (Elapsed Time: 2.85 seconds)

⚡Weighted Overlay

*Tool Name:* Weighted Overlay

*Tool Source:* d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Overlay\WeightedOverlay

⚡Parameters:

<i>Name</i>	<i>Direction</i>	<i>Type</i>	<i>Data Type</i>	<i>Value</i>
<b>Weighted overlay table</b>	Input	Required	Weighted Overlay Table	('D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Scratch_Tesis_Trazos.mdb\Reclass_tif1' 75 'Value' (1 1; 2 2; 3 3; 4 4;NODATA NODATA); 'DEM_Pendientes_Homo' 25 'Value' (1 1; 2 2; 3 3; 4 4; 5 5; 6 6; 7 7; 8 8; 9 9; 10 10;NODATA NODATA));1 10 1
<b>Output raster</b>	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\weighted_definfra

⚡Messages:

- ⓘ Executing (Weighted Overlay): WeightedOverlay "('D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Scratch\_Tesis\_Trazos.mdb\Reclass\_tif1' 75 'Value' (1 1; 2 2; 3 3; 4 4;NODATA NODATA); 'DEM\_Pendientes\_Homo' 25 'Value' (1 1; 2 2; 3 3; 4 4; 5 5; 6 6; 7 7; 8 8; 9 9; 10 10;NODATA NODATA));1 10 1" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS

DATA\Tesis\_Trazos.mdb\weighted\_definfra"

Start Time: Tue Aug 05 21:07:23 2014

Succeeded at Tue Aug 05 21:07:27 2014 (Elapsed Time: 4.38 seconds)

⚡ Cost Distance

**Tool Name:** Cost Distance

**Tool Source:** d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Distance\CostDistance

⚡ Parameters:

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster or feature source data	Input	Required	Composite Geodataset	chupaca
Input cost raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\weighted_definfra
Output distance raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Distancia_DefInf
Maximum distance	Input	Optional	Double	
Output backlink raster	Output	Optional	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Distancia_DefInfr_lnk

⚡ Messages:

Executing (Cost Distance): CostDistance chupaca "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\weighted\_definfra" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia\_DefInf" # "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia\_DefInfr\_lnk"

Start Time: Tue Aug 05 21:07:30 2014

Succeeded at Tue Aug 05 21:09:21 2014 (Elapsed Time: 1 minutes 50 seconds)

⚡ Cost Path

**Tool Name:** Cost Path

**Tool Source:** d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Distance\CostPath

⚡ Parameters:

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster or feature	Input	Required	Composite Geodataset	canete

destination data				
Input cost distance raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Distancia_DefInf
Input cost backlink raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Distancia_DefInfr_Ink
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Path_Potencial
Path type	Input	Optional	String	EACH_CELL
Destination field	Input	Optional	Field	FID

⚡ Messages:

❗ Executing (Cost Path): CostPath canete "D:\DATOS\tesis\ARCGIS  
DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia\_DefInf" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS  
DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Distancia\_DefInfr\_Ink" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS  
DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Potencial" EACH\_CELL FID

🕒 Start Time: Tue Aug 05 21:09:27 2014

🏁 Succeeded at Tue Aug 05 21:09:32 2014 (Elapsed Time: 4.56 seconds)

⚡ Raster to Polyline

*Tool Name:*Raster to Polyline

*Tool Source:*d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Conversion  
Tools.tbx\From Raster\RasterToPolyline

⚡ Parameters:


<i>Name</i>	<i>Direction</i>	<i>Type</i>	<i>Data Type</i>	<i>Value</i>
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Path_Potencial
Output polyline features	Output	Required	Feature Class	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Path_Pot_Vector
Background value	Input	Optional	String	ZERO
Minimum dangle length	Input	Optional	Double	0
Simplify polylines	Input	Optional	Boolean	true
Field	Input	Optional	Field	Value


⚡ Messages:

❗ Executing (Raster to Polyline): RasterToPolyline "D:\DATOS\tesis\ARCGIS



DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Potencial" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS  
DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Pot\_Vector" ZERO 0 SIMPLIFY Value

 Start Time: Tue Aug 05 21:09:36 2014

 Succeeded at Tue Aug 05 21:09:39 2014 (Elapsed Time: 3.02 seconds)

## Model Report

[Expand/Collapse All](#)

Generated on: Wed Aug 06 20:58:18 2014

### Variables

#### ⌄ POBL\_raster

*Data Type:* Composite Geodataset

*Value:* POBL\_raster

#### ⌄ POBL\_raster\_Homo

*Data Type:* Raster Dataset


*Value:* D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\POBL\_raster\_Homo

#### ⌄ Pendientes\_Homo

*Data Type:* Raster Layer

*Value:* Pendientes\_Homo

##### ⌄ Messages:

 The value does not exist.

#### ⌄ canete

*Data Type:* Composite Geodataset

*Value:* canete

#### ⌄ chupaca

*Data Type:* Composite Geodataset

*Value:* chupaca

#### ⌄ DEM\_Pendientes\_Homo

*Data Type:* Raster Layer

*Value:* DEM\_Pendientes\_Homo

#### ⌄ DEM\_Flat\_Sites\_Homo1

*Data Type:* Raster Layer

*Value:* DEM\_Flat\_Sites\_Homo1

#### ⌄ weighted\_sites\_potenciales

*Data Type:* Raster Dataset

*Value:* D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\weighted\_sites\_potenciales

#### ⌄ Costos\_sites

*Data Type:* Raster Dataset

*Value:* D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Sites

#### ⌄ Costos\_sites\_ink

*Data Type:* Raster Dataset

*Value:* D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Sites\_ink

#### ⌄ Costos\_Path\_sites

*Data Type:* Raster Dataset

*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Sites

⚡Costos\_Path\_sites\_Vector

*Data Type:*Feature Class

*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Sites\_Vector

## Processes

⚡Reclassify

*Tool Name:*Reclassify

*Tool Source:*d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Reclass\Reclassify

⚡Parameters:


<i>Name</i>	<i>Direction</i>	<i>Type</i>	<i>Data Type</i>	<i>Value</i>
<b>Input raster</b>	Input	Required	Composite Geodataset	POBL_raster
<b>Reclass field</b>	Input	Required	Field	Value
<b>Reclassification</b>	Input	Required	Remap	31.847801208496094 2155.6484375 1;2155.6484375 4394.716796875 2;4394.716796875 7120.58984375 3;7120.58984375 10241.3232421875 4;10241.3232421875 13662.904296875 5;13662.904296875 17346.474609375 6;17346.474609375 21398.791015625 7;21398.791015625 26071.708984375 8;26071.708984375 32656.59375 9;32656.59375 45550 10
<b>Output raster</b>	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\POBL_raster_Homo
<b>Change missing values to NoData</b>	Input	Optional	Boolean	true

⚡Messages:

❗ Executing (Reclassify): Reclassify POBL\_raster Value "31.847801208496094 2155.6484375 1;2155.6484375 4394.716796875 2;4394.716796875 7120.58984375 3;7120.58984375 10241.3232421875 4;10241.3232421875 13662.904296875 5;13662.904296875 17346.474609375 6;17346.474609375 21398.791015625 7;21398.791015625 26071.708984375 8;26071.708984375 32656.59375 9;32656.59375 45550 10" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\POBL\_raster\_Homo" NODATA

🕒 Start Time: Sat Aug 02 00:44:12 2014

⚠ The input raster minimum (23.113943099976002) is out of range. To ensure a correct reclassification, edit ranges or use a different precision settings in the Reclassification dialog box.

 Succeeded at Sat Aug 02 00:44:14 2014 (Elapsed Time: 2.11 seconds)

⚡ **Weighted Overlay**


*Tool Name:* Weighted Overlay

*Tool Source:* d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Overlay\WeightedOverlay


⚡ **Parameters:**

<i>Name</i>	<i>Direction</i>	<i>Type</i>	<i>Data Type</i>	<i>Value</i>
<b>Weighted overlay table</b>	Input	Required	Weighted Overlay Table	('DEM_Pendientes_Homo' 50 'Value' (1 1; 2 2; 3 3; 4 4; 5 5; 6 6; 7 7; 8 8; 9 9; 10 10;NODATA NODATA); 'DEM_Flat_Sites_Homo1' 50 'Value' (1 1; 100 1;NODATA NODATA));1 10 1
<b>Output raster</b>	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\weighted_sites_potenciales

⚡ **Messages:**

 Executing (Weighted Overlay): WeightedOverlay "('DEM\_Pendientes\_Homo' 50 'Value' (1 1; 2 2; 3 3; 4 4; 5 5; 6 6; 7 7; 8 8; 9 9; 10 10;NODATA NODATA); 'DEM\_Flat\_Sites\_Homo1' 50 'Value' (1 1; 100 1;NODATA NODATA));1 10 1" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\weighted\_sites\_potenciales"

 Start Time: Sat Aug 02 01:30:05 2014

 Succeeded at Sat Aug 02 01:30:14 2014 (Elapsed Time: 8.82 seconds)

⚡ **Cost Distance**

*Tool Name:* Cost Distance

*Tool Source:* d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Distance\CostDistance

⚡ **Parameters:**

<i>Name</i>	<i>Direction</i>	<i>Type</i>	<i>Data Type</i>	<i>Value</i>
<b>Input raster or feature source data</b>	Input	Required	Composite Geodataset	chupaca
<b>Input cost raster</b>	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\weighted_sites_potenciales
<b>Output distance raster</b>	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Sites
<b>Maximum distance</b>	Input	Optional	Double	
<b>Output</b>	Output	Optional	Raster	D:\DATOS\tesis\ARCGIS

backlink raster		Dataset	DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Sites_Ink
-----------------	--	---------	--

⚡Messages:

❗ Executing (Cost Distance): CostDistance chupaca "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\weighted\_sites\_potenciales" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Sites" # "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Sites\_Ink"

🕒 Start Time: Sat Aug 02 02:19:26 2014

🏁 Succeeded at Sat Aug 02 02:26:42 2014 (Elapsed Time: 7 minutes 16 seconds)

⚡Cost Path

*Tool Name:* Cost Path

*Tool Source:* d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Distance\CostPath

⚡Parameters:

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster or feature destination data	Input	Required	Composite Geodataset	canete
Input cost distance raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Sites
Input cost backlink raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Sites_Ink
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Path_Sites
Path type	Input	Optional	String	EACH_CELL
Destination field	Input	Optional	Field	FID

⚡Messages:

❗ Executing (Cost Path): CostPath canete "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Sites" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Sites\_Ink" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Sites" EACH\_CELL FID

🕒 Start Time: Sat Aug 02 02:28:52 2014

🏁 Succeeded at Sat Aug 02 02:28:58 2014 (Elapsed Time: 6.86 seconds)

⚡Raster to Polyline




**Tool Name:**Raster to Polyline

**Tool Source:**d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx\From Raster\RasterToPolyline

**Parameters:**

<i>Name</i>	<i>Direction</i>	<i>Type</i>	<i>Data Type</i>	<i>Value</i>
<b>Input raster</b>	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Path_Sites
<b>Output polyline features</b>	Output	Required	Feature Class	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Path_Sites_Vector
<b>Background value</b>	Input	Optional	String	ZERO
<b>Minimum dangle length</b>	Input	Optional	Double	0
<b>Simplify polylines</b>	Input	Optional	Boolean	true
<b>Field</b>	Input	Optional	Field	Value

**Messages:**

-  Executing (Raster to Polyline): RasterToPolyline "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Sites" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Sites\_Vector" ZERO 0 SIMPLIFY Value
-  Start Time: Sat Aug 02 02:29:06 2014
-  Succeeded at Sat Aug 02 02:29:09 2014 (Elapsed Time: 3.03 seconds)

## Model Report

[Expand/Collapse All](#)

Generated on: Wed Aug 06 20:56:32 2014

## Variables

### ⚡Pendientes\_Homo

*Data Type:*Raster Layer

*Value:*Pendientes\_Homo

#### ⚡Messages:

⚠ The value does not exist.

### ⚡canete

*Data Type:*Composite Geodataset

*Value:*canete

### ⚡chupaca

*Data Type:*Composite Geodataset

*Value:*chupaca

### ⚡DEM\_Pendientes\_Homo

*Data Type:*Raster Layer

*Value:*DEM\_Pendientes\_Homo

### ⚡POBL\_raster

*Data Type:*Composite Geodataset

*Value:*POBL\_raster

### ⚡POBL\_raster\_Homo

*Data Type:*Raster Dataset

*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\POBL\_raster\_Homo

### ⚡Costos\_Locaciones\_Pob22

*Data Type:*Raster Dataset

*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Locaciones\_Pob22

### ⚡Costos\_Poblacion\_22

*Data Type:*Raster Dataset

*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Poblacion\_22

### ⚡Costos\_Poblacion22\_Ink

*Data Type:*Raster Dataset

*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Poblacion22\_Ink

### ⚡Costos\_Path\_Poblacion1\_Raster

*Data Type:*Raster Dataset

*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Poblacion22

### ⚡Costos\_Path\_Poblacion1\_Vector

*Data Type:*Feature Class

*Value:*D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Poblacion1\_Vector

## Processes

⚡Reclassify

*Tool Name:*Reclassify

*Tool Source:*d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Reclass\Reclassify

⚡Parameters:

<i>Name</i>	<i>Direction</i>	<i>Type</i>	<i>Data Type</i>	<i>Value</i>
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	POBL_raster
Reclass field	Input	Required	Field	Value
Reclassification	Input	Required	Remap	31.847801208496094 2155.6484375 1;2155.6484375 4394.716796875 2;4394.716796875 7120.58984375 3;7120.58984375 10241.3232421875 4;10241.3232421875 13662.904296875 5;13662.904296875 17346.474609375 6;17346.474609375 21398.791015625 7;21398.791015625 26071.708984375 8;26071.708984375 32656.59375 9;32656.59375 45550 10
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\POBL_raster_Homo
Change missing values to NoData	Input	Optional	Boolean	true

⚡Messages:

ⓘ Executing (Reclassify): Reclassify POBL\_raster Value "31.847801208496094 2155.6484375 1;2155.6484375 4394.716796875 2;4394.716796875 7120.58984375 3;7120.58984375 10241.3232421875 4;10241.3232421875 13662.904296875 5;13662.904296875 17346.474609375 6;17346.474609375 21398.791015625 7;21398.791015625 26071.708984375 8;26071.708984375 32656.59375 9;32656.59375 45550 10" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\POBL\_raster\_Homo" NODATA

🕒 Start Time: Sat Aug 02 00:44:12 2014

⚠ The input raster minimum (23.113943099976002) is out of range. To ensure a correct reclassification, edit ranges or use a different precision settings in the Reclassification dialog box.

🏁 Succeeded at Sat Aug 02 00:44:14 2014 (Elapsed Time: 2.11 seconds)

⚡Weighted Overlay

*Tool Name:*Weighted Overlay

*Tool Source:*d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Overlay\WeightedOverlay

⚡Parameters:

<i>Name</i>	<i>Direction</i>	<i>Type</i>	<i>Data Type</i>	<i>Value</i>
Weighted	Input	Required	Weighted	('DEM_Pendientes_Homo' 50 'Value' (1 1; 2 2; 3 3; 4 4; 5 5;



overlay table			Overlay Table	6 6; 7 7; 8 8; 9 9; 10 10;NODATA NODATA); D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\POBL_raster_Homo' 50 'VALUE' (1 1; 2 2; 3 3; 4 4; 5 5; 6 6; 7 7; 8 8; 9 9; 10 10;NODATA NODATA));1 10 1
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Locaciones_Pob22

⚡Messages:

- ❗ Executing (Weighted Overlay): WeightedOverlay "(DEM\_Pendientes\_Homo' 50 'Value' (1 1; 2 2; 3 3; 4 4; 5 5; 6 6; 7 7; 8 8; 9 9; 10 10;NODATA NODATA); D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\POBL\_raster\_Homo' 50 'VALUE' (1 1; 2 2; 3 3; 4 4; 5 5; 6 6; 7 7; 8 8; 9 9; 10 10;NODATA NODATA));1 10 1" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Locaciones\_Pob22"
- 🕒 Start Time: Sat Aug 02 00:44:14 2014
- 🏆 Succeeded at Sat Aug 02 00:44:16 2014 (Elapsed Time: 1.69 seconds)

⚡Cost Distance

*Tool Name:* Cost Distance

*Tool Source:* d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Distance\CostDistance

⚡Parameters:

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster or feature source data	Input	Required	Composite Geodataset	chupaca
Input cost raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Locaciones_Pob22
Output distance raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Poblacion_22
Maximum distance	Input	Optional	Double	
Output backlink raster	Output	Optional	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Poblacion22_ink

⚡Messages:

- ❗ Executing (Cost Distance): CostDistance chupaca "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Locaciones\_Pob22" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Poblacion\_22" # "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Poblacion22\_ink"
- 🕒 Start Time: Sat Aug 02 00:44:18 2014
- 🏆 Succeeded at Sat Aug 02 00:44:23 2014 (Elapsed Time: 5.46 seconds)

⚡Cost Path

**Tool Name:**Cost Path

**Tool Source:**d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Distance\CostPath

⚡Parameters:

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster or feature destination data	Input	Required	Composite Geodataset	canete
Input cost distance raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Poblacion_22
Input cost backlink raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Poblacion22_Ink
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Path_Poblacion22
Path type	Input	Optional	String	EACH_CELL
Destination field	Input	Optional	Field	FID

⚡Messages:

❗ Executing (Cost Path): CostPath canete "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Poblacion\_22" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Poblacion22\_Ink" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Poblacion22" EACH\_CELL FID

🕒 Start Time: Sat Aug 02 00:44:25 2014

🏆 Succeeded at Sat Aug 02 00:44:28 2014 (Elapsed Time: 3.69 seconds)

⚡Raster to Polyline

**Tool Name:**Raster to Polyline

**Tool Source:**d:\program files (x86)\arcgis\desktop10.2\ArcToolbox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx\From Raster\RasterToPolyline

⚡Parameters:

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Path_Poblacion22
Output polyline features	Output	Required	Feature Class	D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis_Trazos.mdb\Costos_Path_Poblacion1_Vector
Background value	Input	Optional	String	ZERO
Minimum dangle length	Input	Optional	Double	0
Simplify	Input	Optional	Boolean	true

polylines				
Field	Input	Optional	Field	Value

⚡Messages:

- ④ Executing (Raster to Polyline): RasterToPolyline "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Poblacion22" "D:\DATOS\tesis\ARCGIS DATA\Tesis\_Trazos.mdb\Costos\_Path\_Poblacion1\_Vector" ZERO 0 SIMPLIFY Value
- ⌚ Start Time: Sat Aug 02 00:44:29 2014
- ⌚ Succeeded at Sat Aug 02 00:44:31 2014 (Elapsed Time: 2.46 seconds)

## **ANEXO VI EVALUACION DE EFICIENCIA DE TRAZO**

La metodología planteada en la presente investigación define un trazo carretero de máxima eficiencia y eficacia en la generación de servicios de movilidad a los territorios que esta atraviesa. Partiendo de esta premisa y teniendo como punto de partida el hecho que es posible modelar un trazo de 100% de eficiencia y eficacia, se presentan dos escenarios en su aplicación, el primero relacionado a su uso en el modelamiento de trazos carreteros para nuevos tramos viales y el segundo relacionado a la evaluación de los trazos actuales.

### **Enfoque de diseño**

Se asume que existen dos tipos de efectos por parte de la carretera, los llamados beneficios directos relacionados a dar servicio al numero de unidades vehiculares que han sido consideradas como demandantes de la misma y los beneficios indirectos relacionados con los impactos a las actividades económicas de los espacios dentro del área de influencia de la carretera.

Para fines practicos asumimos que existe una eficiente y eficaz metodología de diseño carretero con el fin de atender la demanda de trafico (beneficios directos), por lo cual le asignaremos y 50% de eficiencia y eficacia y el otro 50% es aportado por la eficiencia y eficacia de la misma por atender las demandas actuales y futuras del territorio. Que es justamente el enfoque que posee la metodología planteada en la presente investigación.

Por ende, para fines de evaluación de trazos carreteros se asume que el proveido por la presente investigación es el ideal, con un 100% de eficacia y que por lo tanto cualquier otro trazo comparado con el trazo ideal, será también eficiente y eficaz en la medida que su trazo coincida con el ideal, caso contrario se considerara el porcentaje del mismo que pasa por el área de influencia de servicio de movilidad al 100% , considerando que el área de influencia de máxima movilidad asumimos se da dentro de los 1000 metros medidos a cada lado de la misma. Mas, esta distancia es particular a cada escenario carretero, ya que no es lo mismo considerar 1000 metros en planicie altiplánica que en zona montañosa con tramos encañonados por laderas próximas o tramos netamente en laderas. En estos casos el área de influencia de serviciabilidad máxima es una distancia minima (en algunos casos 50 m).

### **Eficiencia de Infraestructura Carretera (EC)**

El trazo carretero es eficiente si la inversión realizada genera rentabilidad a través del desarrollo de los territorios que esta atraviesa (ETC) y genera la movilidad esperada a la demanda de tráfico existente (EM).

Finalmente la eficiencia de la carretera es la suma de la eficiencia del trazo carretero y la eficiencia de la movilidad de la misma, ambas se asumen en un rango de 0% a 50%. Asimismo se asume que la movilidad es eficiente al máximo ya que las carreteras son diseñadas de forma prioritaria de acuerdo al volumen de tránsito actual y esperado.

$$\mathbf{EC (\%) = ETC + EM}$$

EC = EFICIENCIA CARRETERA (de 0 % a 100%)

ETC = EFICIENCIA DE TRAZO CARRETERO (de 0% a 50%)

EM = EFICIENCIA DE MOVILIDAD (50% dado por el diseño geométrico y el pavimento)

La eficiencia en el TRAZO carretero(ETC), esta dada por aquel que ha sido diseñado con el fin de maximizar los factores potenciales del territorio en que este atraviesa.

$$\mathbf{EC (\%) = ETC + 50\%}$$

### **Evaluación de Eficiencia de Trazo**

Se asume que el trazo es 100% eficiente (ideal), cuando sigue la metodología de diseño que maximice los potenciales y demandas del territorio. Caso contrario, se considera el porcentaje del tramo actual que se encuentre dentro del área de influencia de máxima eficiencia del trazo ideal.

Trazo de máxima eficiencia según factores:

- Orográficos
- Potencial de Suelos
- Atención a poblaciones urbanas
- Acceso a servicios de Infraestructura urbana
- Acceso a espacios con potencial de expansión urbana

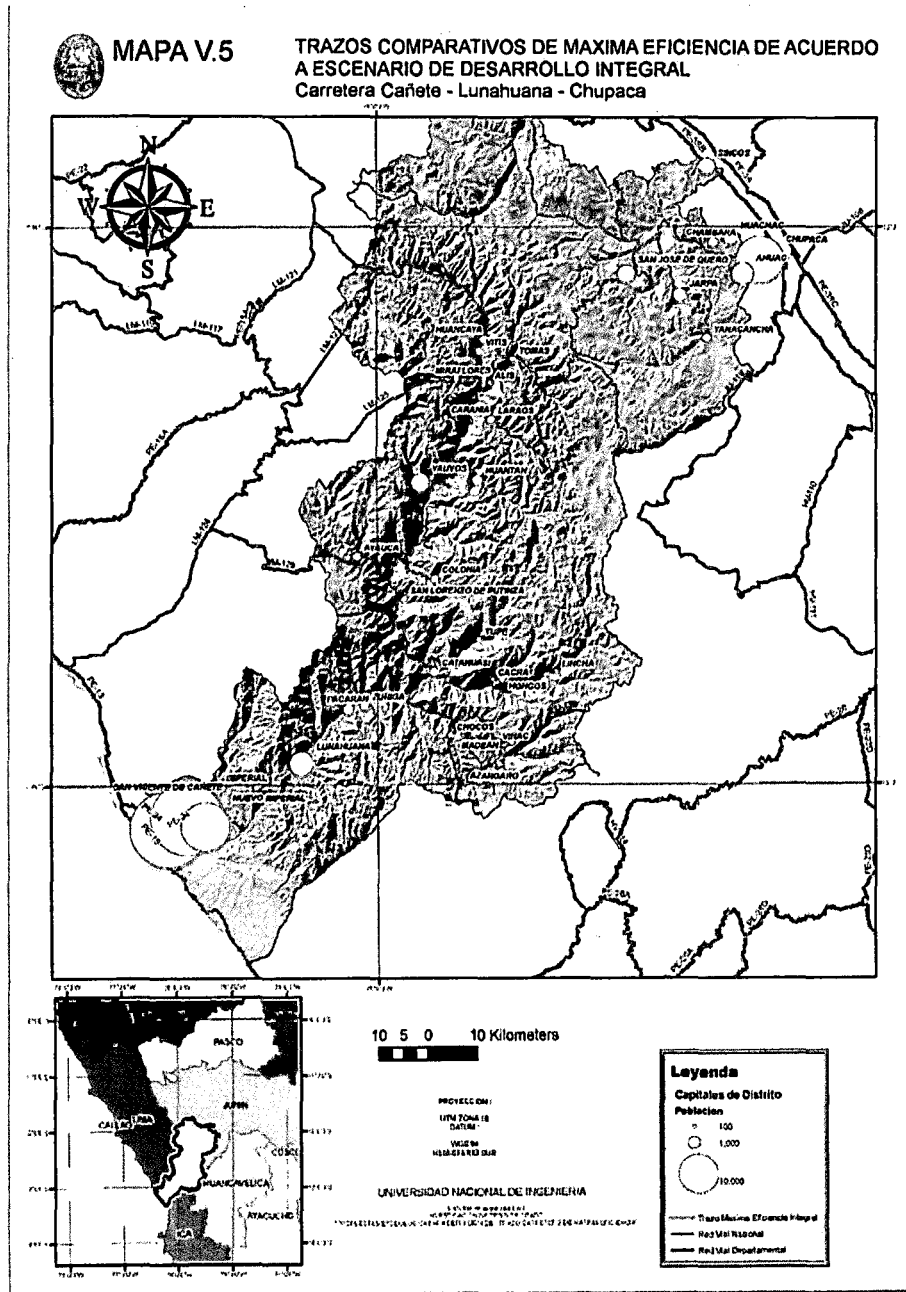


FIGURA Nº 74 : EVALUACION DE EFICIENCIA DE TRAZO  
 Fuente : Elaboracion propia

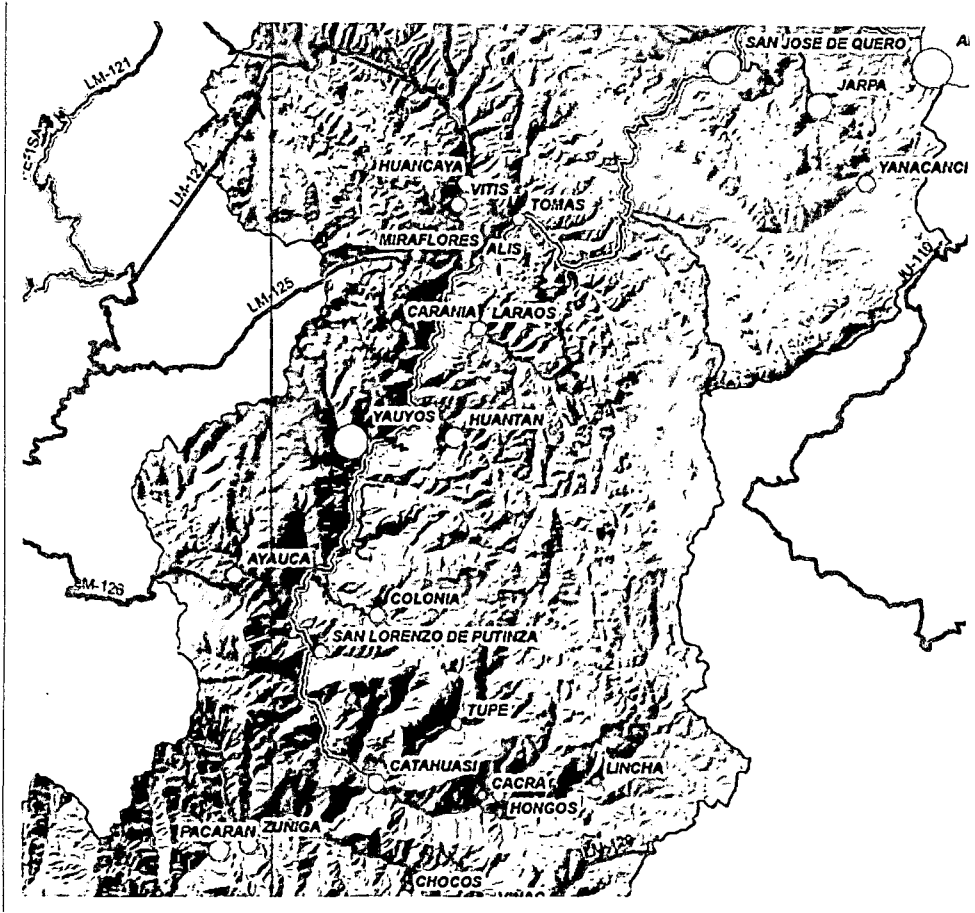


FIGURA N° 75 : COMPARACION ENTRE TRAZO IDEAL Y TRAZO REAL  
Fuente : Elaboracion propia

### Área de Influencia de Máxima Eficiencia

El acceso a la movilidad carretera (AMC) es inversamente proporcional a la distancia que un usuario de la misma debe recorrer para alcanzarla.

$$AMC \sim 1/d$$

### Eficiencia de Carretera CAÑETE - CHUPACA

Para el caso de la carretera Cañete-Chupaca, solo 79 Km de los 194 Km existentes, pasan por el trazo ideal calculado (con un área de influencia de máxima movilidad de 1000m a cada lado de la carretera), por lo cual la carretera es eficiente solo en porcentaje que pasa por este ultimo, de la siguiente manera:

$$EC (\%) = 50 * (79 \text{ Km} / 194 \text{ Km}) + 50$$

$$EC (\%) = 70.5 \%$$

Finalmente la Eficiencia de esta carretera es de 70.5%.