

PROCESO DE SELECCIÓN DE TRAZO A TRAVÉS DE AMBIENTES SENSIBLES: CASO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE POR DUCTOS CAMISEA – LIMA

Autores: Tiffany Bayly, Gonzalo Morante, Stephen Wharton
Transportadora de Gas del Perú

Sinopsis

La selección del trazo del Sistema de Transporte por Ductos desde Camisea a Lima ha tenido una gran importancia al delimitar los territorios atravesados por la construcción y operación de los ductos, a fin de manejar adecuadamente los efectos ambientales y sociales producto de esta obra.

Se llevó a cabo un proceso de optimización del trazo compatibilizando los siguientes criterios constructivos, ambientales y sociales:

- Proveer estabilidad, seguridad y confiabilidad del sistema evitando la conformación de pendientes laterales y terrenos pronunciados que no provean un apoyo y estabilidad suficiente a los ductos;
- Minimizar impactos sociales, culturales y ambientales evitando hasta donde sea posible áreas habitadas, especies vegetales y animales ambientalmente sensibles;
- Favorecer la selección de ruta que cruce áreas con mayor intervención pre-existente (mayor afectación ambiental) en lugar de áreas boscosas;
- Minimizar costos y tiempo incurridos en la construcción; y
- Minimizar el número de cruces de corrientes de agua y los impactos potenciales a los cuerpos de agua en general.

Este documento presenta como fueron desarrollados estos criterios de selección de ruta y explica la selección de la ruta actual del Sistema de Transporte por Ductos.

Introducción

El Sistema de Transporte por Ductos del Proyecto Camisea, Perú, desde los yacimientos gasíferos dentro del Bloque 88, en la región de Camisea, consiste en dos ductos, uno para líquidos de gas natural (LGN) hasta la costa peruana y otro para conducir gas natural (GN) hasta la ciudad de Lima. El trazo del sistema de ductos se inicia en la región amazónica del Departamento de Cuzco, a los 300 msnm, recorre 500 Km. atravesando la cadena montañosa de los Andes – donde alcanza elevaciones por encima de los 4,800 msnm -, y baja hasta los 50 msnm en la costa. El gasoducto continua aproximadamente 200 Km. más hacia Lima (ver Figura N° 1).

La selección del trazo del Sistema de Transporte por Ductos tuvo una gran importancia dado que delimita los territorios afectados por la construcción y operación del sistema de ductos y por lo tanto los efectos ambientales y sociales originados por este.

La optimización del trazo ha sido un proceso bajo el cual se compatibilizaron los criterios constructivos, ambientales y sociales. Este documento presenta como fueron desarrollados los criterios de selección de ruta y explica la selección de la ruta actual del Sistema de Transporte por Ductos.

Desarrollo de los Criterios de Selección de Ruta

La política ambiental de Transportadora de Gas del Perú (TGP, consorcio a cargo de la construcción, operación y mantenimiento del sistema de ductos) establece la protección del medio ambiente, la minimización de riesgos a la salud y seguridad de sus empleados y las comunidades aledañas como prioridad a la hora de desarrollar este proyecto. Sobre esta base, se establecieron los siguientes criterios para la selección de ruta:

- Proveer la máxima estabilidad, seguridad y confiabilidad del sistema evitando la conformación de pendientes laterales y terrenos pronunciados que no provean un apoyo y estabilidad suficiente a los ductos;
- Minimizar los impactos sociales, culturales y ambientales evitando hasta donde sea posible las áreas habitadas, las especies vegetales y animales ambientalmente sensibles;
- Favorecer la selección de ruta que cruce áreas con mayor intervención pre-existentes (mayor afectación ambiental) en lugar de áreas boscosas;
- Minimizar los costos y tiempo incurridos en la construcción, y el área total impactada, reduciendo en la medida posible la longitud total de los ductos; y
- Minimizar el número de cruces de corrientes de agua y los impactos potenciales a los cuerpos de agua en general.

Alternativas de trazo macro del sistema de ductos desde la región amazónica hasta la costa peruana

Para la construcción de un gasoducto entre Lima y Camisea, la ruta más corta es un trazo directo a la altura de la latitud 12. Este trazo recorrería solo 400 Km., a diferencia de los 700 Km. de ducto proyectados para la ruta actual. Sin embargo, esta ruta atravesaría la anterior Zona Reservada de Apurímac (ZRA, recientemente recategorizada como Parque Nacional Otishi y las Reservas Comunales Machiguenga y Ashaninka). Esta opción no fue considerada viable debido a importantes consideraciones ecológicas dentro de la política de Transportadora de Gas del Perú (TGP).

Entre 1996 y 1997, el consorcio Shell-Mobil a cargo de la exploración del yacimiento de Camisea invitó a dos equipos de empresas constructoras para evaluar dos rutas (Ruta Norte y Ruta Sur) para el transporte del gas a Lima. El este consorcio eligió la Ruta Sur (ruta ligeramente modificada en el presente proyecto) en lugar de la Ruta Norte debido a consideraciones de costo, oportunidades comerciales, medio ambiente (menor paso por bosques primarios), salud y seguridad, logística, y factores constructivos.

Esta selección por parte del Consorcio anterior aparece como acertada bajo un análisis comparativo macro llevado a cabo por TGP:

Tabla N° 1: Análisis comparativo macro de rutas Norte y Sur

Tema	Ruta Norte	Ruta Sur
Ambiente y comunidades:		
▪ Cantidad de Áreas protegidas	-	+
▪ Afectación a Comunidades Nativas	-	+

▪ Ventajas socioeconómicas	-	+
▪ Aceptación política por parte de la sociedad civil	-	+
▪ Conservación de	-	+
Logística		
▪ Disponibilidad de uso de caminos de acceso existentes	-	+
▪ Disponibilidad de acceso por vía fluvial	+	-
Construcción		
▪ Construcción en cotas elevadas	o	O
▪ Restauración del bosque	-	+
▪ Mitigación y restauración geotécnica	-	+
▪ Construcción en áreas pobladas	-	+
▪ Km. Totales de ductos	NGL-613 km Gas-613 km	NGL-559 km Gas-764 km
▪ Servidumbres de paso	-	+
Oportunidades comerciales		
▪ Mercado	-	+
▪ Generación de energía	+	-

Los signos (+), (o) y (-), respectivamente, denotan condiciones mejores, similares o deficientes en relación con la alternativa comparada. La Ruta Sur claramente presentaba ventajas en la mayoría de los considerandos, aún sin haber realizado una evaluación ponderada de cada una.

La Ruta Sur se divide a su vez en los sectores Selva, Sierra y Costa, en relación con el ambiente natural preponderante atravesado.

Alternativas de trazo dentro de la Ruta Sur – Sector Selva

Para el trazo de la Ruta Sur en este sector se evaluaron las siguientes opciones:

- Alternativa 1 (Licitada): trazo de ruta de ductos licitado para contrato BOOT
- Alternativa 2 (TGP): trazo de ruta de ductos de TGP
- Alternativa 3 (CEDIA): trazo de ruta de ductos planteado por CEDIA
- Alternativa 4 (Shell): trazo de ruta de ductos planteado por Shell en 1997

La primera opción evaluada fue la presentada en el pliego de licitación por el Estado Peruano para el tendido de los Sistemas de Transporte de Gas y Líquidos de Gas desde Camisea a Lima. Esta recorría desde el Bajo Urubamba al Alto Urubamba por la margen derecha del Río Urubamba, a aproximadamente 5 Km. al este del Pongo de Mainique.

Tras la firma del Contrato BOOT (“*Build, Own, Operate, Transfer*” - Diciembre 2000), TGP inició el proceso de análisis ambiental global del trazado licitado. Dentro de este proceso se revisó la documentación relevante publicada por el consorcio anterior y en especial las notas informativas. La publicación “Diagnóstico Integral y Programa de Desarrollo Sostenible de la Cuenca del Bajo Urubamba” (1), resalta la importancia de varios espacios de ocupación (2), entre los cuales se destaca el propuesto Santuario Nacional Megantoni (3), donde se encuentra el Pongo de Mainique (ver Figura N° 2). Este Santuario propuesto es un área natural con una extensión de 176,900 ha, y “un sitio de especial significación para el grupo Machiguenga”, considerado como un lugar sagrado

y cuna de su cultura. Este lugar contendría muestras de valor arqueológico y alberga además flora y fauna en buen estado de conservación (4).

La ruta original, en su paso por el santuario, hubiera atravesado las cercanías de las nacientes de los Ríos Timpía y Ticumpinia, en los cuales se ha reportado la presencia de pueblos indígenas en aislamiento voluntario y, por lo tanto, un potencial impacto social del proyecto.

Como resultado de la evaluación realizada, TGP inició el estudio de una ruta alternativa que no atravesara la zona del Santuario propuesto. En paralelo, TGP promovió consultas con autoridades peruanas y con Organizaciones No Gubernamentales (ONG) con presencia en la zona. TGP se reunió con representantes de la Dirección General de Hidrocarburos (DGH), la Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA) y el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) para exponer las razones para abandonar la ruta a través del Pongo de Mainique y proponer el cambio hacia la margen izquierda del Río Urubamba, fuera del Santuario propuesto. TGP también realizó reuniones con el Centro para el Desarrollo del Indígena Amazónico (CEDIA), principal ONG peruana con un importante desarrollo de actividades en la zona de Camisea, planteándoles la nueva ruta para recibir comentarios y nuevas propuestas.

Finalmente se llegó a un consenso unánime acerca del cambio del trazo original licitado al trazo propuesto por TGP, quedando pendiente resolver el paso de la Cordillera de Vilcabamba, entre la divisoria de cuencas de los Ríos Picha, Poyentimari y Saringabeni. Las ONG relevantes apoyaron esta decisión argumentando que era una mejor alternativa y el INRENA opinó que la mejor ruta era la margen izquierda considerando la importancia de Megantoni para el pueblo Machiguenga.

Esta nueva ruta (conocida como “Alternativa A”), si bien cruzaría por el área establecida temporalmente como la ZRA, representa una mayor compatibilidad a futuro con las actividades del Proyecto que la propuesta para el Santuario Machiguenga. Ya que si se llegara a declarar Santuario Nacional adquiriría el carácter de intangible, mientras que si se llegaba a definir la ZRA en cualquiera de las categorías propuestas no tendría el carácter de intangible y las operación sistema de ductos sería compatible con los propósitos propuestos.

Cumpliendo con la política de diálogo y el proceso de consulta, TGP dio a conocer esta nueva ruta a las partes interesadas mediante talleres, reuniones y distribución del documento “Alcance del Proyecto”. Este documento también contuvo información sobre el proceso de elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) a fin de recibir comentarios y sugerencias.

CEDIA, en su papel de idóneo conocedor de la zona, hizo llegar sus observaciones y opiniones respecto al trazo de la ruta en el tramo de selva, y propuso una alternativa a la ruta conocida como “Alternativa B”. Esto inició una serie de reuniones de coordinación y trabajo para analizar y tomar una decisión respecto de dicha sugerencia.

La ruta propuesta por CEDIA atravesaba mayormente terrenos de comunidades nativas, con lo cual el acceso puede ser restringido y/o controlado con la ayuda de los pobladores locales. Si bien esta ruta cruzaba mayormente territorios titulados y reducía el problema de adquisición de tierras y el de colonizaciones, dicho trazo hubiera hecho necesaria la construcción de una estación de bombeo adicional con un camino de acceso permanente que podrían convertirse en una “puerta de acceso” hacia la antigua ZRA. Desde el punto de vista ambiental, esta ruta alternativa se encontraba mas adentro de la ZRA y representaba un impacto mayor sobre bosques primarios que la ruta propuesta por TGP.

TGP llevó a cabo una reunión para evaluar ambas rutas, con asistencia de representantes del Consejo Machiguenga del Alto Urubamba (COMARU), CEDIA, Conservation International (CI), la

Asociación para la Conservación del Patrimonio del Cutivireni (ACPC), TECHINT y TGP. En dicha reunión se expusieron los puntos de vista de cada una de las partes y se discutieron los temas de mayor importancia en cuanto al cambio. Salieron a la luz varios aspectos claves, como por ejemplo, la necesidad de una estación de bombeo adicional debido a la mayor altura topográfica y por lo tanto la apertura de un acceso permanente por tierra para ser atendida las 24 hrs al día por razones de seguridad y operatividad.

Esta información, junto con la evaluación de los aspectos, ambientales, sociales, económicos, técnicos y políticos y la información detallada sobre la metodología constructiva permitieron llegar a un consenso escogiendo la “Alternativa A” como la más apropiada.

Las 3 alternativas descritas fueron sometidas, junto con el análisis de la alternativa planteada por Shell, a una metodología de análisis de compensaciones o “*trade-offs*”(6), que compara las alternativas respecto a factores o criterios de decisión. Los parámetros definidos para el análisis numérico del proceso de análisis para el Sector Selva fueron los siguientes:

Tabla N° 2: Criterios seleccionados y ponderación asignada para las alternativas del Sector Selva

Criterios	Ponderación (P)
Cruce con cursos de agua	0.04
Disponibilidad de accesos	0.04
Topografía de ruta	0.08
Parcelación de Áreas Naturales Protegidas	0.11
Afectación de territorio de comunidades	0.14
Diversidad de hábitats	0.19
Afectación de bosques primarios	0.19
Cercanía del trazo con poblaciones aisladas	0.19

La aplicación de la metodología arrojó los siguientes resultados:

- Alternativa 1 (Licitada): 2.28
- Alternativa 2 (TGP): 1.47
- Alternativa 3 (CEDIA): 2.29
- Alternativa 4 (Shell): 2.56

El menor puntaje global (índice final) corresponde a la alternativa TGP, lo que indica que dicha alternativa ocasionaría menores efectos ambientales que las demás propuestas. La prueba estadística de Análisis de la Varianza de Dos Modos de Friedman (7) mostró que con un 95 por 100 de nivel de confianza, las alternativas planteadas para este sector son estadísticamente diferentes.

Alternativas de trazo dentro de la Ruta Sur – Sector Sierra

Para el trazo de la Ruta Sur – Sector Sierra se estudiaron las siguientes opciones:

- Alternativa 1 (Licitada): trazo de ruta de ductos licitado para contrato BOOT
- Alternativa 2 (TGP): trazo de ruta de ductos planteado por TGP en 2001

- Alternativa 3 (Shell): trazo de ruta de ductos planteado por Shell en 1997

Las discusiones respecto a la ruta licitada dentro de este sector no tuvieron el mismo peso que para el Sector Selva. La principal modificación buscada por la sociedad civil, especialmente en la zona de Ayacucho, era disponer de la cercanía del ducto de gas para facilitar un futuro ducto que proveyera de gas a dicha ciudad (ver Figura N° 3). Esta consideración fue tomada en cuenta y aceptada por TGP temprano en el proceso de evaluación del trazo.

Al igual que para las alternativas del Sector Selva, estas 3 alternativas serranas también fueron sometidas un análisis de compensaciones, con los siguientes parámetros y peso:

Tabla N° 3: Criterios seleccionados y ponderación asignada para las alternativas del Sector Sierra

Criterios	Ponderación (P)
Disponibilidad de accesos	0.06
Cruce con cursos de agua	0.07
Colindancia con centros poblados	0.10
Topografía de ruta	0.10
Cruce de zonas de bofedales	0.15
Cruce de zonas de queñuales	0.17
Afectación de zonas agrícolas	0.17
Diversidad de hábitats	0.19

El análisis estadístico generó los siguientes resultados:

- Alternativa 1 (Licitada): 2.63
- Alternativa 2 (TGP): 2.18
- Alternativa 3 (Shell): 2.85

La evaluación presentó un menor puntaje global para la alternativa TGP, indicando que la alternativa TGP era la de menor impacto. Por otro lado, la prueba Estadística de Análisis de la Varianza de Dos Modos de Friedman afirmó que con un 95 por 100 de nivel de confianza, las puntuaciones de las alternativas evaluadas son estadísticamente diferentes.

Alternativas de trazo dentro de la Ruta Sur – Sector Costa

Para el trazo de la Ruta Sur – Sector Costa se vieron las siguientes opciones:

- Alternativa 1 (Licitada): trazo de ruta de ductos licitado para contrato BOOT
- Alternativa 2 (TGP): trazo de ruta de ductos planteado por TGP

La ruta licitada pasa más cercana a la costa, está más cercana a poblados y que a la vez le provee mejor infraestructura para la construcción, operación y mantenimiento, mientras que la ruta propuesta por TGP evitaba zonas habitadas, con las complicaciones de logística asociadas (ver Figura N°: 4).

Al igual que para las alternativas anteriores, estas 2 alternativas costeras también fueron sometidas un análisis de compensaciones, con los siguientes parámetros y peso (la Alternativa 1 (ruta licitada)

es prácticamente igual a la ruta propuesta por Shell – ver Figura N° 4, por lo que no se incluyó en este análisis):

Tabla N° 4: Criterios seleccionados y ponderación asignada para las alternativas del Sector Costa

Criterios	Ponderación (P)
Colindancia con centros poblados y/o zonas de expansión urbana	0.17
Diversidad de hábitats	0.33
Afectación de zonas agrícolas	0.50

Los resultados del análisis estadístico fueron los siguientes:

- Alternativa 1 (Licitada): 2.33
- Alternativa 2 (TGP): 1.92

Para el caso de Costa, aún con una menor puntuación inicial obtenida para la Alternativa 2 (TGP), la prueba estadística aplicada indica que no existían diferencias significativas entre ambas alternativas, pudiéndose optar por la construcción de cualquiera de ellos.

En el Anexo 1 se incluye un extracto de las tablas y algoritmo utilizados como referencia de esta metodología, aplicado al Sector Costa.

Variaciones al trazo final seleccionado

Durante el desarrollo de la construcción del sistema de ductos, en 2002, se llevaron a cabo 4 re-ruteos alternativos dentro de los tres sectores, a saber:

- Aendoshiari: 15 km de re-ruteo en el Sector Selva para evitar el paso por la cercanía de comunidades nativas y minimizar el impacto sobre bosques primarios.
- Pacobamba: 37 km de ruta alternativa entre el Sector Selva y Sierra, por bosques secundarios y comunidades rurales, para evitar los bosques primarios entre km 156 y 192, dentro de la cuenca del Río Chunchubamba.
- Río Pisco: 53 km, en la bajada desde la Sierra a la Costa, a fin de minimizar impactos constructivos.
- Cañete: 19 km de ruta alternativa en el Sector Costa para evitar afectar el sistema de drenaje rural existente.

Conclusiones

La metodología empleada para el análisis y selección de trazos alternativos ha resultado un proceso apropiado, y juzgamos que ha ayudado al proceso constructivo en forma positiva, en la medida que se tengan en cuenta todos los considerandos relevantes.

La alternativa seleccionada para el Sector Selva fue la que efectivamente fue construida, mientras que la alternativa de TGP en el Sector Sierra tuvo que descartarse por un considerando insuficientemente ponderado previo a las obras: la cantidad de restos arqueológicos hallados a lo

largo del trazo a medida que se acercaban a la ciudad de Ayacucho era tal que obligó el replanteo del trazo y su regreso a la variante originalmente licitada.

En la Costa, la alternativa construida es la licitada, selección que se realiza en base a criterios logísticos, aunque el algoritmo comparativo indicó la alternativa de TGP como la mejor, pero como muestran los resultados, no hay diferencias significativas entre ambas alternativas. Esta aseveración se mantendría aún incluyendo el tema arqueológico, ya que ambas alternativas tienen un peso esperado relativo similar.

Anexo 1: Análisis de Compensaciones o “Trade-Offs” -
Ejemplo de Aplicación de la Metodología para el Sector Costa

Criterios de Evaluación y Escalas de Calificación

Para el análisis del proceso de selección de la ruta del gasoducto en el Sector Costa (5), se determinaron los criterios de evaluación tomando en cuenta la representatividad e importancia particular de los principales componentes ambientales de este sector, complementados con los aspectos técnicos constructivos propios de cada alternativa.

Sensibilidad física

Este criterio no ha sido considerado debido a que la topografía en el Sector Costa es similar para las dos alternativas de ruta planteadas.

Sensibilidad biológica

Este criterio considera la afectación potencial generada por las diferentes alternativas del gasoducto, caracterizada por la diversidad de hábitats como indicador indirecto de la diversidad de especies que podría afectarse.

Diversidad de Hábitats

Esta variable es un indicador de la cantidad de hábitats que podrían ser afectados por el gasoducto. Cuanto mayor sea la diversidad de hábitats afectados por la ruta, el riesgo de perturbación será mayor, puesto que a mayor diversidad de hábitats se espera una mayor diversidad de especies.

Se han establecido tres categorías para calificar al indicador:

Calificación	Rango de Valores
Baja = 1	Si la diversidad de hábitats es de 0 – 1.5
Media = 2	Si la diversidad de hábitats es de 1.5 – 3
Alta =3	Si la diversidad de hábitats es mayor a 3

Sensibilidad Socio-económica

Estos criterios relacionan los impactos de cada alternativa sobre el componente socio-económico. Los indicadores del componente socio-económico son: la colindancia con centros poblados y/o zonas de expansión urbana, riesgo de intersección con recursos históricos-arqueológicos y disponibilidad de accesos.

Colindancia con Centros Poblados y/o zonas de expansión urbana

Esta variable es un indicador de los posibles conflictos socioculturales que pudieran originarse con los centros poblados por colindancia o cercanía con el trazo del gasoducto. Para ello se ha contabilizado a centros poblados importantes (en cuanto a población) que se encuentren dentro de los 2 km a ambos lados del trazo en cada alternativa.

Para este indicador se han establecido las siguientes categorías de calificación:

Calificación	Rango de Valores
Baja = 1	Menor a 10 centros poblados
Media = 2	Entre 10 y 20 centros poblados
Alta =3	Mayor a 20 centros poblados

Afectación de zonas agrícolas

Este criterio es un indicador de la afectación de áreas agrícolas debido a la construcción del gasoducto. La alternativa que intercepte la mayor cantidad de suelos agrícolas podría originar mayores conflictos con los propietarios.

Se han establecido las siguientes categorías para calificar al indicador:

Calificación	Rango de Valores
Baja = 1	Menor a 100 ha de áreas agrícolas afectadas
Media = 2	De 100 a 200 ha de áreas agrícolas afectadas
Alta =3	Mayor a 200 has de áreas agrícolas afectadas

Ponderación de Criterios

Para el Sector Costa, se realizaron las ponderaciones para cada uno de los criterios siguiendo la técnica desarrollada por Dean y Nishry (7) (comparación de pares de criterios). Los resultados se muestran a continuación:

Ruta Licitada

Hábitat (zona de vida)	Descripción	Dominancia (km)	Dom %	Abundancia	Ab%	IVI	pi	log ₂ pi	$\sum$ pi log ₂ pi
Cu ap	Áreas con cultivos agropecuarios	91.8	45.7	6.0	66.7	112.3	0.7	-0.6	-0.4
E / Sv	Áreas con escasa y sin vegetación	77.8	38.7	1.0	11.1	49.8	0.1	-3.2	-0.4
Sv	Áreas sin vegetación	31.5	15.6	2.0	22.2	37.9	0.2	-2.2	-0.5
TOTAL		201.02	100	9.00	100	200	1.0	- 6.0	-1.22

IVI: índice de valor de importancia (valor tablas) sensibilidad biológico.

Hábitat (zona de vida)	Descripción	Dominancia (km)	Dom %	Abundancia	Ab%	IVI	p _i	log ₂ p _i	$\sum p_i \log_2 p_i$
Cu ap	Áreas con cultivos agropecuarios	44.0	20.4	6	66.7	87.0	0.7	-0.6	-0.4
E / Sv	Áreas con escasa y sin vegetación	107.0	49.5	1	11.1	60.6	0.1	-3.2	-0.4
Sv	Áreas sin vegetación	65.2	30.1	1	11.1	41.2	0.1	-3.2	-0.4
Sin símbolo		0.0	0.0	1	11.1	11.1	0.1	-3.2	-0.4
TOTAL		216.24	100	9.00	100	200	1.0	-10.09	-1.45

Datos resumen

Criterios	Descripción	Unidades	Valores	
			Actual	Licitada
Sensibilidad biológica				
Diversidad de Hábitats	Índice de diversidad de hábitats (bits/hábitat)	bits/hábitat	1.45	1.22
Sensibilidad Socio-económica				
Colindancia con Centros Poblados y/o zonas de expansión urbana	Población afectada por el trazo	individuos	35	23
Afectación de zonas agrícolas	Áreas de terrenos de cultivos afectados por el derecho de vía	has	118.88	247.78

Ponderación de criterios

Criterios	Asignación del peso			Suma	Ponderación (P)
Diversidad de hábitats	1	0	1	2	0.33
Colindancia con centros poblados y/o zonas de expansión urbana	0	0	1	1	0.17
Afectación de zonas agrícolas	1	1	1	3	0.50
Criterio (nulo)	0	0	0	0	0.00
Total				6	1

El valor (P) de la tabla fue el utilizado para realizar la ponderación aplicado para evaluar las alternativas de trazo dentro de la Ruta Sur – Sector Costa.

Se utilizó de análisis de la varianza de Friedman (ANOVA) para determinar si las diferencias eran significativas:

Hipótesis:

- Hipótesis planteada: Las alternativas de rutas son diferentes
- Hipótesis Alterna: Las alternativas de rutas no son diferentes

Nivel de Confianza: 95%

Estadístico de prueba: Chi Cuadrado

$$\text{Chi Cuadrado Calculado} = \left[\frac{(n)(k)}{n(k)(k+1)} \text{SUM } R_j^2 \right] - 3n(k+1)$$

Donde: n = Número de criterios

k = Número de alternativas

Rj = Suma de calificación de las alternativas

Para el caso de las 2 alternativas de ruta en el Sector Costa:

Chi cuadrado (calculado) = -7.66 < Chi Cuadrado de tabla. Se rechaza la hipótesis planteada. Es decir, se afirma con 95% de confianza que no existen diferencias significativas entre las rutas propuestas para el Sector Costa.

BIBLIOGRAFÍA

- 1- ALAGON, G. y otros (1998). CTAR-C, IMA/CTAR-C, Shell. Cusco – Perú.
- 2- CTAR CUSCO, Instituto de Manejo del Agua y Medio Ambiente, Shell Prospecting and Development (Perú) (1998). Diagnóstico Integral y Programa de Desarrollo Sostenible de la Cuenca del Urubamba. Diagnostico Integral y Programa de Desarrollo Sostenible de la Cuenca del Bajo Urubamba, p. 168.
- 3- CTAR CUSCO, Instituto de Manejo del Agua y Medio Ambiente, Shell Prospecting and Development (Perú) (1998). Diagnóstico Integral y Programa de Desarrollo Sostenible de la Cuenca del Urubamba. Diagnostico Integral y Programa de Desarrollo Sostenible de la Cuenca del Bajo Urubamba, p.170.
- 4- CTAR CUSCO, Instituto de Manejo del Agua y Medio Ambiente, Shell Prospecting and Development (Perú) (1998). Diagnóstico Integral y Programa de Desarrollo Sostenible de la Cuenca del Urubamba. Diagnostico Integral y Programa de Desarrollo Sostenible de la Cuenca del Bajo Urubamba, p. 196.
- 5- WALSH PERU (2001). Estudio de Impacto Ambiental y Social del Sistema de Transporte de Gas Natural y de Líquidos de Gas Natural Camisea – Lima. Dirección General de Asuntos Ambientales, Ministerio de Energía y Minas, Lima, Perú.
- 6- CANTER, L.W. (2000). Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de Impacto Ambiental. McGraw Hill, Madrid (adaptado).
- 7- DEAN, B. V., y NISHRY, J. (1965). Scoring and Profitability Models for Evaluating and Selecting Engineering Products. Journal Operations Research Society of America, Vol. 13 - 1965.

FIGURAS

Figura N° 1: Alternativa de Ruta Norte y Ruta Sur

Figura N° 2: Alternativas de Ruta Sur - Sector Selva

Figura N° 3: Alternativas de Ruta Sur - Sector Sierra

Figura N° 4: Alternativas de Ruta Sur - Sector Costa







