

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



**ESTUDIO DE CONTROL PARA MITIGAR LOS COSTOS DE NO  
CALIDAD (CNC) EN EL PROYECTO  
CARRETERA YURA – PATAHUASI – SANTA LUCIA, TRAMO I – YURA  
PATAHUASI Km. 00+000 – Km. 53+000**

**TESIS**

**para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil**

**WALTER MARTÍN CANALES AYALA**

**Digitalizado por:**

**LIMA – PERÚ**

Consortio Digital del  
Conocimiento MebLatam,  
Hemisferio y Dalse

**DEDICATORIA**

***A mi Madre y a mis Abuelos  
Porque nunca dejaron de apoyarme.***

**AGRADECIMIENTO**

**A Dios**  
**A la UNI por la formación y ser líder**  
**Al Ing. Rubén Gómez Sánchez por su guía en esta labor**  
**Al Ing. Gustavo Llerena por su invaluable ayuda**

## ÍNDICE

### INDICE DE TABLAS.

INTRODUCCIÓN.	1
RESUMEN EJECUTIVO.	3
<u>Capítulo 1: ASPECTOS TEÓRICOS.</u>	7
1.1- CALIDAD.	8
1.1.1- EVIDENCIA DE LA CALIDAD.	10
1.1.2- CONTROL DE CALIDAD.	12
1.1.3- GESTIÓN DE CALIDAD.	14
1.1.4- PRODUCTIVIDAD.	15
1.1.5- CALIDAD TOTAL.	15
1.1.6- LA NO CALIDAD Y SU COSTO.	19
1.2-CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN.	36
1.2.1- MARCO DE CONCEPTOS APLICADOS.	36
1.2.2- LA CALIDAD Y LOS SISTEMAS PÚBLICOS.	41
1.2.3- PUNTOS DE CONTROL.	43
1.2.4- CONTROL DE CALIDAD EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.	45
1.2.5- PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN.	51
1.3- NORMATIVIDAD.	52
1.3.1- NORMALIZACION Y CERTIFICACION	52
1.3.2- ORIGENES DE LAS NORMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD.	53
<u>Capítulo 2: INFORMACIÓN TÉCNICA SOBRE EL PROYECTO.</u>	59
2.1- ESTUDIO 1995.	61
2.2- ESTUDIO 1998.	67
2.3- ESTUDIO DE EVALUACIÓN 2002.	78
<u>Capítulo 3: BASE DE DATOS DE EVALUACIÓN.</u>	87
3.1- EVALUACIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.	88
3.2- ANÁLISIS Y VERIFICACIÓN.	89
3.3- ANÁLISIS GRAFICO.	97
3.4- ANALISIS DE COSTO	117
3.5- ANALISIS DE LA CALIDAD.	119



<b><u>Capítulo 4: PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN DE CALIDAD, CONTROL</u></b>	
<b><u>PROPUESTO.</u></b>	<b>126</b>
4.1- PREMISAS.	127
4.2- DESARROLLO DEL PLAN INTEGRAL DE GESTION DE DALIDAD (PIGC)	129
<b><u>Capítulo 5: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA IMPLEMENTACIÓN EN EL</u></b>	
<b><u>PROYECTO.</u></b>	<b>148</b>
5.1- DEDUCCIÓN DEL MONTO A ASIGNAR.	149
5.2- COMPARACION ECONOMICA.	155
5.3- EL MANTENIMIENTO.	156
<b><u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</u></b>	<b>158</b>
CONCLUSIONES.	159
RECOMENDACIONES.	163
<b><u>BIBLIOGRAFÍA.</u></b>	<b>166</b>
<b><u>ANEXOS.</u></b>	<b>167</b>
ANEXOS 1 - TERMINOLOGIA BASICA.	168
ANEXOS 2 - ESTUDIO 1995.	172
ANEXOS 3 - ESTUDIO 1998.	207
ANEXOS 4 - ESTUDIO DE EVALUACIÓN 2002.	228
ANEXOS 5 – PIGC, HOJAS DE REGISTRO DE PROCESOS.	254

**INDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES**

TIPO	Nº	DESCRIPCIÓN	Capítulo	Página
Cuadro	A-1	Esquema Resumido del Historial del Proyecto	Resumen Ejecutivo	6
Gráfico	1-1	Ciclo de Calidad de Deming	Capítulo 1	9
Gráfico	1-2	Circulo de Control de Calidad	Capítulo 1	13
Cuadro	1-1	Enfoque de la Calidad Antes y Ahora	Capítulo 1	18
Cuadro	1-2	Subcategorías de los Costos de Prevención	Capítulo 1	23
Cuadro	1-3	Subcategorías de los Costos de Evaluación	Capítulo 1	24
Cuadro	1-4	Costos Típicos de Evaluación	Capítulo 1	25
Cuadro	1-5.1	Subcategorías de los Costos de Fallas Internas	Capítulo 1	26
Cuadro	1-5.2	Subcategorías de los Costos de Fallas Externas	Capítulo 1	27
Gráfico	1-3	Área representando la distribución de los Costos	Capítulo 1	28
Gráfico	1-4	Barras aglomeradas variación Gastos de Categorías	Capítulo 1	28
Gráfico	1-5	Barras representando las categorías de costos y dinero gastado	Capítulo 1	29
Gráfico	1-6	Barras agrupadas variación de gastos de las categorías de los Costos	Capítulo 1	29
Gráfico	1-7	Adición del CMC del Cliente al CMC Directo	Capítulo 1	30
Gráfico	1-8	CMC insatisfacción del Cliente combinado con el CMC Directo y del Cliente	Capítulo 1	31
Gráfico	1-9	Curva de Coste de un producto que no requiere un elevado grado de excelencia	Capítulo 1	32
Gráfico	1-10	Efecto de la variación de los costos de prevención y de evaluación	Capítulo 1	33
Gráfico	1-11	Costo Directo de la Mala Calidad	Capítulo 1	34
Gráfico	1-12	Efecto de la Modificación del Coste controlable de la mala calidad sobre un mismo	Capítulo 1	34
Gráfico	1-13	Esquema de Planificación	Capítulo 1	37
Gráfico	1-14	CRC, Costos Relativos a la Calidad	Capítulo 1	40
Gráfico	1-15	Ciclo de Vida del Proyecto	Capítulo 1	41
Cuadro	1-6	14 puntos de Deming	Capítulo 1	42
Gráfico	1-16	Documentación	Capítulo 1	47
Gráfico	1-17	Dossier	Capítulo 1	47
Tabla	2-1	Tramos a tratar Talud con Shotcrete	Capítulo 2	74
Tabla	2-2	Relación de Taludes para desquinche manual	Capítulo 2	75
Tabla	2-3	Relación de Muros Existentes	Capítulo 2	76
Tabla	2-4	Relación de Muros Proyectados (nuevos)	Capítulo 2	76
Tabla	3-1	Normas Peruanas a Taludes	Capítulo 3	90
Tabla	3-2	Estabilidad de Muros Cv. Y Cd. Normas	Capítulo 3	93
Tabla	3-3	Costo total Obra 2002	Capítulo 3	94
Tabla	3-4	Presupuesto de Adicionales y Deductivos aprobados	Capítulo 3	96
Tabla	3-5	Metrado General de 1998	Capítulo 3	97
Tabla	3-6	Datos Preliminares del Diseño	Capítulo 3	97
Tabla	3-7	Detalles técnicos de la Carretera	Capítulo 3	97
Gráfico	3-1	Comparación del MDS	Capítulo 3	98
Gráfico	3-2	Comparativo de Contenido de Humedad (CH)	Capítulo 3	99
Gráfico	3-3	Comparativo del óptimo CH	Capítulo 3	100
Gráfico	3-4	Comparativo del CBR	Capítulo 3	101
Tabla	3-8	Influencia para el terreno en la Sub Base (1995 CBR)	Capítulo 3	102
Gráfico	3-5	Influencia CBR 1995	Capítulo 3	102
Tabla	3-9	Promedio por Sectores de la Influencia	Capítulo 3	102
Tabla	3-10	Evaluación para las canteras Análisis Granulométrico	Capítulo 3	103
Tabla	3-11	Evaluación para las canteras CBR, Equivalente Arena	Capítulo 3	103
Tabla	3-12	CBR Mínimo	Capítulo 3	105
Gráfico	3-6	CBR encontrado en la evaluación	Capítulo 3	108
Gráfico	3-7	Porcentaje de Fallas de Fisuramiento	Capítulo 3	110
Tabla	3-13	Fallas relevadas Km.25+000 - Km.32+900	Capítulo 3	111
Gráfico	3-8	Fallas relevadas Km.25+000 - Km.32+900	Capítulo 3	112
Tabla	3-14	Fallas relevadas Km.33+000 - Km.40+900	Capítulo 3	113
Gráfico	3-9	Fallas relevadas Km.33+000 - Km.40+900	Capítulo 3	114
Tabla	3-15	Fallas relevadas Km.41+000 - Km.45+900	Capítulo 3	115
Gráfico	3-10	Fallas relevadas Km.41+000 - Km.45+901	Capítulo 3	116
Tabla	3-16	Adicionales antes de Inicio de Obra	Capítulo 3	117
Tabla	3-17	Adicionales de Obra al 2002	Capítulo 3	117

Tabla	3-18	Fallas relevadas	Capítulo 3	117
Tabla	3-19	Presupuesto para la Culminación (Reparación y Tratamiento de Fallas)	Capítulo 3	118
Gráfico	3-11	Causa - Efecto para Fallas Longitudinales	Capítulo 3	120
Foto	3-1	Fallas Longitudinales	Capítulo 3	120
Gráfico	3-12	Causa - Efecto para Fallas Piel de Cocodrilo	Capítulo 3	121
Foto	3-2	Fallas Piel de Cocodrilo	Capítulo 3	121
Tabla	3-20	Hoja de Revisión y Recolección de datos para causales	Capítulo 3	122
Gráfico	3-13	Frecuencia de Causales	Capítulo 3	123
Gráfico	3-14	Frecuencia de Causales Acumuladas	Capítulo 3	124
Gráfico	3-15	Representación porcentual de Causales	Capítulo 3	125
Gráfico	4-1	Diagrama de Flujo de Procesos para el Expediente Técnico	Capítulo 4	134
Tabla	4-1	Partidas Ordenadas por Montos	Capítulo 4	139
Tabla	4-2	Partidas Ordenadas por Ítems	Capítulo 4	140
Cuadro	4-1	Hoja de Entrada a Obra	Capítulo 4	143
Cuadro	4-2	Diagrama de Flujos de Procesos	Capítulo 4	144
Cuadro	4-3	Hoja Registro de Procesos	Capítulo 4	145
Cuadro	4-4	Listado de Documentos PIGC	Capítulo 4	146
Tabla	5-1	Deducción de los ensayos en el Control	Capítulo 5	150
Tabla	5-2	Monto Económico para el PIGC	Capítulo 5	151
Tabla	5-3	Gastos Real de la Obra Sin PIGC	Capítulo 5	152
Tabla	5-4	Porcentajes de Partes referidos a totales de Obra Sin PIGC	Capítulo 5	152
Gráfico	5-1	Porcentajes Económicos en la inversión Sin PIGC	Capítulo 5	153
Tabla	5-5	Gastos Real de la Obra Con PIGC	Capítulo 5	153
Tabla	5-6	Porcentajes de Partes referidos a totales de Obra Con PIGC	Capítulo 5	154
Gráfico	5-2	Porcentajes Económicos en la inversión Con PIGC	Capítulo 5	154
Tabla	5-7	Costo de No Calidad deducido (CNC)	Capítulo 5	155
Gráfico	5-3	Velocidad de Deterioro	Capítulo 5	157
Gráfico	5-4	Costo de la Vía para los Usuarios	Capítulo 5	158

---

**INTRODUCCIÓN**

---

En los últimos años se ha logrado un incremento en el número de proyectos de carreteras, los cuales son importantes económicamente para nuestro País. La inversión destinada a estos proyectos de desarrollo viene realizándose mediante financiamiento por Convenios o Prestamos Internacionales y ejecutándose a nivel nacional, de acuerdo a las necesidades que existen en el país en el medio social.

Aun así, los resultados se apañan por los problemas que existen en materias de plazos y resultados finales inadecuados en los proyectos, lo que hace ver evidentes ausencias de control en estos. En el presente estudio se mostrará el error cometido y su significado económico en el sector; se verá que el porcentaje al omitir un Plan de Control es mayor que al implementarlo para conducir por buenas aguas, este tipo de proyecto tan importante para nuestro medio en su economía.

En los inicios de nuestra investigación nos encontramos con proyectos grandes, medianos y pequeños en inversión, de éstos, centramos nuestra atención en los adicionales de obra del proyecto y consultando con especialistas en la entidad PRO-VIAS, lograron confirmarnos que existían grandes fallas tipo; así nos dedicamos en el presente trabajo a la Rehabilitación de la Carretera Yura Patahuasi Santa Lucia, Tramo I por ser un caso de mayor gravedad donde el proyecto resultó costar, aproximadamente 250%, más de lo previsto y demorando desde 1995 su primer estudio hasta 2003 donde se reparó y culminó la obra, donde existieron fallas de construcción y control de supervisión total, y los malos resultados se marcaron en el sector del Km. 25 - 46.

Luego de los resultados y propuestas que se desarrollan, veremos cuan rentable es implementar un PLAN INTEGRAL de Gestión de Calidad Estratégica que no se convierta en una documentación más que haga lenta la obra; sino que, convertida en realidad, sea un agente que ayude a la fluidez del desarrollo del proyecto, sin descuidar los procesos y así garantizar el resultado final de la obra, asegurando también la inversión que conlleva al beneficio social en este sector.

---

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La ejecución de la obra de Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Yura – Patahuasi – Santa Lucia, Tramo 1: Yura – Patahuasi (km. 0+000 – Km.53+336.35), se inicia con un estudio en el año 1995, el cual fue actualizado posteriormente para la licitación pública internacional en el año 1998

- 1995** Empresa realizó estudio del Proyecto
- 1998** Adjudicación de la Buena Pro para la Empresa **V.CH.I. S.A. Ingenieros Consultores** para realizar la **Actualización del Estudio de 1995** a través del Contrato N° 004-97-MTC/15.02.PERT.04, por un **costo de S/. 66,250.66**, el cual fue un contrato limitante y con notables ausencias técnicas debido al bajo presupuesto destinado al estudio.
- 1999** Adjudicación de la Buena Pro para la Empresa **GUTSA Construcciones asociado con ARAMSA Contratistas Generales** para la construcción de la Carretera en su primer tramo, ganador de la licitación Pública Internacional N° LPI-19-97MTC/15.02.PERT.= \$-2da. Etapa, otorgándole la Buena Pro mediante Resolución Directoral N° 023-99-MTC/15.02.PERT.04 de la fecha 25.Marzo de 1999, bajo el sistema de Precios Unitarios. Designación de la Empresa Supervisora **Asociación HIDROSERVICE HOB-PROYECTO YURA** para que supervise la construcción de la Carretera en cuestión, con un monto inicial de licitación de s/. 19'493,919.33. El 16.Abr.99, se celebró el contrato de Obra N° 043-99-MTC/15.02.PERT. 04-PCVS, por el monto de s/. 22'379,046.27 (Incl. IGV) con precios a Enero de 1998, el aumento fue a que hubo diferencias básicamente de metrado y deficiencias técnicas, en las partidas de Obras e Arte y Drenaje, en los estudios de lo proyectado y el real en Obra. El inicio de obra fue el **01 julio de 1999**, plazo de ejecución fue de **450 días calendarios**.
- 2002** En Abril, **Oficina de Control de Calidad (O.C.C.)** de la Dirección General de Caminos, evaluó el pavimento entre los Kilómetros 25 – 46 explicando las posibles causas técnicas de las fallas presentadas, al medio año

aproximadamente de puesta en uso. Se observaron Fallas longitudinales, ramificadas y Piel de Cocodrilo.

**2002** 03.Abr.02; fecha en que el mencionado Contratista planteó a la Entidad la Resolución Administrativa del Contrato de ejecución de obra. El contrato de la Obra de la Asociación GUTSA CONSTRUCCIONES S.A. DE C.V. – ARAMSA CONTRATISTA GENERALES, fue resuelto mediante Resolución Directoral N° 174-2002-MTC/15.02.PRT-PERT del 15.04.02, quedando consentida la Resolución del Contrato. **Se resuelve** el contrato quedando pendiente de resolver en el **CONSUCODE** la responsabilidad de las partes en la Resolución efectuada de acuerdo a la legalidad, **actualmente en Juicio**. Adicionales aprobados fueron: S/.10'903,420.48 más en proyecto principal de S/.22'379,046.27 resulta un total de **S/.33'282,466.75 nuevos Soles**.

**2002** En Octubre, se le solicita a la misma Empresa Supervisora (Asociación **HIDROSERVICE HOB-PROYECTO YURA**) un Expediente Técnico para la **Culminación de Obra**, y es presentado en Noviembre del mismo año.

**2002** Diciembre, se Adjudica la Buena Pro a la Empresa Contratista **Consorcio PEDECA – SVC Ingeniería y Construcción S.A.** para la construcción de la Culminación del Proyecto con un plazo de nueve (09) meses calendario, con un presupuesto para la **Culminación de Obra de S/.19'998,343.24 inc IGV**.

**2003** Se termina la obra cerrándola y entregándola con satisfacción. Considerando un gasto de **Inversión general de S/. 56'079,312.27**, esta cantidad fue deducida de los documentos facilitados por MTC – Provias Nacional.

El Proyecto desarrollado y evaluado se presentara en los capítulos siguientes dando énfasis a los aspectos técnicos y administrativos por las cuales podamos mitigar los costos de **No Calidad** en este tipo de proyectos.



**Esquema Resumido del Historial del Proyecto**

FECHA	EVENTO	EMPRESA	DETALLES	MONTO TOTAL
1995	Estudio del Proyecto	ausencia de información		ausencia de información
1998	Adjudicación de la Buena Pro	V.C.H.I. S.A. Ingenieros Consultores	Actualización del Estudio de 1995	66,250.66
1999	Adjudicación de la Buena Pro	GUTSA Construcciones asociado con ARAMSA Contratistas Generales	Construcción de la Carretera en su primer tramo, en 450 días Cal.	22,379,046.27
1999-2002	Aprobaciones de Adicionales	MTC - PROVIAS - PERT a favor de GUTSA-ARAMSA		13,635,672.09
2002	Se resuelve el contrato de la Obra	MTC con GUTSA CONSTRUCCIONES S.A. DE C.V. – ARAMSA CONTRATISTA GENERALES	Actualmente en Juicio, Siendo el MTC - PROVIAS la entidad demandante	36,080,969.02
2002	Evaluación del Pavimento Construido	Oficina de Control de Calidad (O.C.C.)		
2002	El MTC - PROVIAS - PERT Solicita estudio	Asociación HIDROSERVICE HOB-PROYECTO YURA	Expediente Técnico para la Culminación de Obra	(3,881,905.60)
2002	Se Adjudica la Buena Pro	Contratista Consorcio PEDECA – SVC Ingeniería y Construcción S.A.	Construcción de la Culminación del Proyecto, plazo nueve (09) meses cal	19,998,343.24
2003	Se termina la obra cerrándola y entregándola con satisfacción	Contratista Consorcio PEDECA – SVC Ingeniería y Construcción S.A. entrega la obra al MTC - PROVIAS - PERT	Considerando un gasto de Inversión general	56,079,312.27

**Cuadro A - 1**

Tesis: ESTUDIO DE CONTROL PARA MITIGAR LOS COSTOS DE NO CALIDAD (CNC) EN EL PROYECTO  
CARRETERA Yura-Patahuasi-Santa Lucía / TRAMO I- Yura Patahuasi Km.00+000-Km.53+000

Autor: W. Martín Canales Ayala

---

## **Capítulo 1: ASPECTOS TEÓRICOS**

---

*Tesis: ESTUDIO DE CONTROL PARA MITIGAR LOS COSTOS DE NO CALIDAD (CNC) EN EL PROYECTO  
CARRETERA Yura-Patahuasi-Santa Lucía / TRAMO I- Yura Patahuasi Km.00+000-Km.53+000*

*Autor: W. Martín Canales Ayala*

## 1.1 - CALIDAD

Los conceptos de calidad han tenido un continuo cambio en razón a los tiempos y avances del entorno social en sus áreas técnicas y de servicio, la exigencia es aún mayor por la misma globalización que hace ir a nivel de normas básicas de garantía de calidad.

El concepto de Calidad es muy amplio y abarca todas las áreas que se ocupan en brindar un producto con el nivel de aceptación establecido y cada vez mejorado, por naturaleza y lógica la calidad se puede definir como el nivel de características finales que cumplen los requisitos de los consumidores y/o usuarios, realizándolos solo una vez eliminando así excesos económicos en la realización del producto que satisfaga la necesidad del cliente.

Calidad es el objetivo de hacer las cosas bien a la primera oportunidad conteniendo el conjunto de características de un producto de nivel óptimo, la calidad superada es la que satisface los requerimientos especificados por los consumidores y/o usuarios, al menor coste para el fabricante.

Por el uso de un producto, la calidad, puede ser conceptuada como un grado predecible de uniformidad y fiabilidad a bajo costo y adecuado a las necesidades del mercado; es lo que el cliente está dispuesto a pagar, en función de lo que obtiene y valora, la calidad, es el mínimo coste que un producto supone para la sociedad.

Se puede también mencionar que en todo proyecto o producto a fabricar existirán siempre tres clases de calidades tres calidades: 1- Calidad de diseño, 2.-Calidad de fabricación, 3.- Calidad que desea el cliente.



**Fuente:** Ishikawa, Kaoru; *¿Qué es el Control Total de Calidad?*, Grupo editorial Norma, Bogotá Colombia, 1986.

Se habla de un ciclo de diseño (Ciclo de calidad de Deming) empieza por el estudio de mercado, diseño, producción y venta culminando con una nueva investigación y un rediseño basado en la experiencia del ciclo anterior.

Calidad significa tener una estrategia global para ordenar puntos y acciones a tomar con un objetivo definido de calidad en las empresas, no debe por tanto limitarse al ámbito de la producción, sino que debe aplicarse a todas las áreas de la empresa, desde el diseño hasta la culminación y entrega además del servicio post-entrega.

La Evolución del concepto de calidad ha variado para mejor en los países desarrollados que lideran los conceptos y prácticas de la calidad, estos puntos de evolución son:

1. Inspección y comprobación del producto
2. Control estadístico
3. Control del proceso
4. Aseguramiento del diseño
5. Calidad total
6. De la calidad de los productos a la calidad de la empresa.

Definiríamos la calidad como la aptitud que posee la empresa para satisfacer al cliente y a la propia empresa; **satisfacción al cliente** con un producto cuyas propiedades y características cumplen unas exigencias expresas o implícitas, es lo que se ha venido llamando "calidad de producto", se deben garantizar además, otros factores tales como "precio, plazo, servicio "; **satisfacción a la empresa** dando respuesta al cliente a unos costos tolerables por la propia

empresa; esto sólo será posible abordando la calidad con un concepto amplio adaptando el sistema de calidad a las necesidades de la empresa, eliminando ineficacias mediante aumentos de su rentabilidad, competitividad, optimización de los recursos.

La Calidad es por tanto una forma de gestionar la empresa con el objetivo de mejorarla en toda la organización a través de un proceso de mejora continua acompañado de una estrategia de cómo planificar, optimizar, ejecutar, evaluar e informar; porque medimos para mejorar, no medimos por medir.

Un grupo de estudio de 1992 del Total Quality Forum definió la Calidad Total como: "una persona enfocada en un sistema de administración que persiga el incremento continuo de la satisfacción del consumidor a continuo bajo costo real. Calidad Total es una propuesta de sistema total (no un área separada o programa), y una parte integral de la estrategia de alto nivel. Trabaja horizontalmente atravesado funciones y departamentos, involucrando a todos los empleados, de categorías altas y bajas y se extiende hacia atrás y hacia adelante para incluir la cadena de proveedores y la cadena de consumidores\*"

### 1.1.1 - EVIDENCIAS DE LA CALIDAD

Una vez determinadas las características reales de la calidad, queda por escoger el lenguaje que emplearemos para expresarlas. Los requisitos de los consumidores no siempre se pueden expresar en una forma que se preste para su aplicación por parte de la fábrica. Siempre hay distintas interpretaciones, y cuando las interpretaciones difieren los métodos de producción también pueden variar. Veremos aspectos del como podemos evidenciar la calidad:

- **Determinar la unidad de garantía**, este punto refiere al aspecto de definir claramente cuanto es el mínimo porcentaje del producto aceptado, ya sea

---

\* INTERNET; Rampey y Roberts, 1992; Total Quality Forum

en su totalidad, o dividiéndolo en segmentos y evaluando cada uno de ellos, estos puntos deben estar definidos para acciones sucesivas de igual categoría y servicio, generando un estándar en la unidad de garantía.

- **Determinar el método de medición**, si se quiere dar calidad a la empresa y al producto y los métodos de medición son vagos no permitirá uniformizar las evaluaciones y esto no ayuda a la buena calidad. Algunas características se pueden medir con procedimientos, otras tendrán que bastarse con una inspección ocular y de parecer por personal especializado; quien llevara la ventaja es aquella organización que sabe medir las características de cada etapa del producto.
- **Determinar la importancia relativa de las características de calidad**, en esta parte debemos definir tres cosas:
  1. *Un defecto crítico* es aquella característica de calidad que se relaciona con la vida y la seguridad.
  2. *Un defecto grande* aquella característica de calidad que afectara seriamente el funcionamiento y servicio de un producto.
  3. *Un defecto menor* aquella característica de calidad que no afecta el funcionamiento y servicio de un producto, pero que no gusta a los clientes y usuarios.

La asignación de las importancias serán relativa de los productos a evaluar, pero algunos defectos definitivamente no deben de permitirse bajo ninguna explicación.

- **Llegar a un consenso sobre defectos y fallas**, las opiniones en cuanto a defecto y fallas varían para las distintas personas de una organización, pero deben lograrse tener un consenso para estandarizar los márgenes de estos defectos y fallas, pudiéndose notar cuando un producto, en sus distintas etapas, es o será defectuoso o erróneo al realizar la inspección.
- **Revelar los defectos latentes**, si observamos el asunto con atención y sentido crítico, encontraremos muchos defectos latentes y carga de trabajo latentes asociados con procesos defectuosos en nuestras industrias. Cuando empezamos a hacer el Control de la Calidad debemos establecer de inmediato una definición clara de los defectos, y revelar y eliminar

aquellos defectos latentes, así como la carga de trabajo latente que se asocia con los procesos defectuosos.

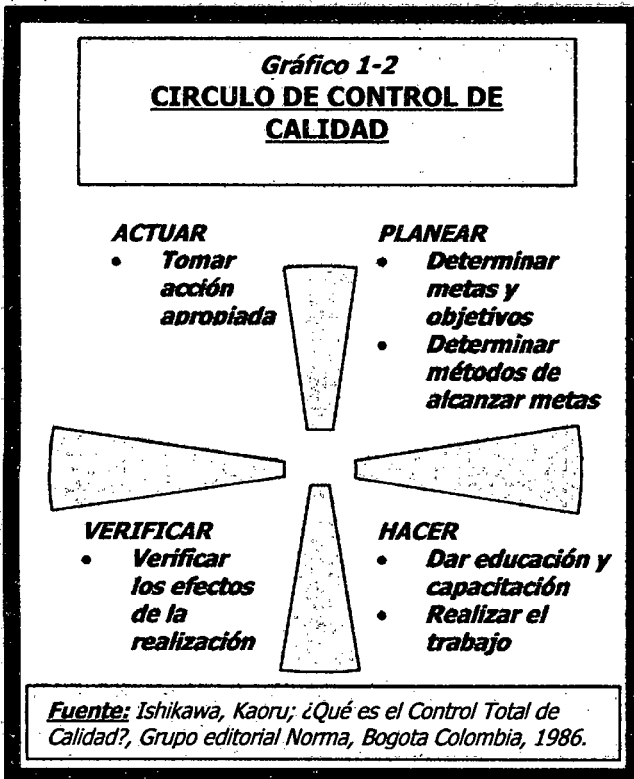
- **Observar la calidad estadísticamente**, es registrar las características del producto y tener un conteo de las fallas y defectos de estos, referenciados de un producto con defectos casi nulos, un cliente no deseara tener un producto que pertenece a una muestra que varia entre 100 y 2000 unidades, de lo que se este midiendo, a otro producto en la cual su muestra varia entre 900 y 1200.
- **Calidad del diseño y calidad de aceptación**, tenemos una relación fuerte entre estas dos frases, una representara el nivel de características de un producto y la otra nos reflejara si tiene conformidad con el cliente, si la aceptación baja lo hará también el costo, esto quiere decir que si ambas tienen discrepancias hay errores y fallas. Si bien es cierto el costo del aumento de la calidad aumentara el costo del producto también debemos evaluar que se evitara gastos excesivos en la reparación de estos errores o fallas.

### 1.1.2 - CONTROL DE CALIDAD

El término calidad se ha convertido en una de las palabras clave de nuestra sociedad, alcanzando tal grado de relevancia que iguala e incluso supera en ocasiones al factor precio en cuanto a la importancia otorgada por el posible comprador de un producto o servicio.

Las necesidades de quienes compran nuestros productos o servicios no son estáticas, sino que evolucionan de forma continua, el primer paso en el Control de Calidad es conocer los requisitos en los usuarios y conocer lo que esperan del producto final, esto nos dará una idea de lo que costara producirlo anticipándonos a los posibles reclamos y defectos; el control de calidad sin acción es pura palabrería, y esta llega a su estado ideal cuando no necesita inspección.

El Doctor Taylor solía describir el control con las palabras: Planear, Hacer, Ver-(Verificar y Actuar). El Control debe organizarse con base en estas seis categorías, que han demostrado su eficacia (Teoría Kaouru Ishikawa), estos son:



- 1- Determinar metas y objetivos
- 2- Determinar métodos para alcanzar las metas
- 3- Dar educación y capacitación
- 4- Realizar el trabajo
- 5- Verificar los efectos de la realización
- 6- Empezar la acción apropiada

Esto supone la permanente adaptación de todos nuestros procesos productivos y comerciales a dichas necesidades, si queremos seguir contando con la fidelidad de los usuarios.

**El Control Total de Calidad**

El Control de Calidad es responsabilidad de todos los empleados y de todas las divisiones mientras que El Control Total de Calidad es una actividad de grupo y no lo pueden hacer los individuos, exige trabajo en equipo, esta no fracasa si colaboran todos los miembros del equipo, desde el presidente hasta los trabajadores y personal total; se debe tener claro y bien diferenciados los objetivos con los medios empleados para alcanzarlos.



Según el Dr. Armand V. Feigenbaum, el Control Total de Calidad puede definirse como un sistema eficaz para integrar los esfuerzos en materia de desarrollo de calidad, mantenimiento de calidad y mejoramiento de calidad realizados por los diversos grupos en una organización, de modo que sea posible producir bienes y servicios a los niveles más económicos y que sean compatibles con la plena satisfacción de los clientes o usuarios.

### 1.1.3 - GESTIÓN DE LA CALIDAD

Es el conjunto de actividades llevadas a cabo por la administración para llegar a un objetivo: Obtener beneficios mediante la utilización de la calidad como herramienta estratégica.

Para comenzar una gestión primero debemos estar seguros de lo que implica hacerlo. ¿Quiero o no quiero implantar realmente la gestión de la calidad en la empresa?, ¿puede la empresa asumir el reto?, ¿estamos capacitados para hacerlo o tenemos importantes carencias que resolver?, son preguntas básicas.

Las tareas a realizar resultan del diagnóstico inicial de situación de la empresa y la acción es el reparto de la responsabilidad de las tareas permanentes de la gestión de la calidad sabiendo el perfil de la responsabilidad y sus márgenes, estas acciones correctoras pueden ser a corto o a largo plazo pero la gestión debe llegar a la calidad del producto.

El monitoreo de una gestión dinámica de la calidad se basa en reuniones programadas donde se informe del trabajo, programas, planes, auditorias y todas aquellas acciones que permitan ampliar un panorama del trabajo global y poder tener una reingeniería en el momento que se precise una.

Calidad es conformidad según P. Crosby conformidad del diseño con los requisitos del cliente, es el producto fabricado y entregado según sus diseños y especificaciones con las prestaciones acordadas y pactadas con el cliente.

### 1.1.4 - PRODUCTIVIDAD

Minimizar los recursos de producción manteniendo un nivel de calidad óptimo, no es un fin en sí mismo, es un medio para que se alcance una meta: “ser competitivo”

Este término está íntimamente relacionado a la política que tenga la Empresa, esta **Política de calidad** debe dar directrices y objetivos generales relativos a la calidad, expresados formalmente por la dirección general.

### 1.1.5 - CALIDAD TOTAL

#### Principios Básicos Para El Logro De La Calidad Total\*

- LA CALIDAD ES LA CLAVE PARA LOGRAR COMPETITIVIDAD. Con una buena calidad es posible captar un mercado y mantenerse en él.
- LA CALIDAD LA DETERMINA EL CLIENTE. Es el cliente quien califica la calidad del producto o servicio que se ofrece; de allí que la calidad no debe ser tomada en su valor absoluto o científico, sino que es un valor relativo, en función del cliente. Es necesario identificar con precisión las cambiantes necesidades y expectativas de los clientes y su grado de satisfacción con los productos y servicios de la empresa y los de la competencia. Tenga presente que las expectativas de los clientes están dadas en términos de calidad del producto o servicio, oportunidad de entrega, calidad de la atención, costos razonables y seguridad. *No te preguntes a ti mismo sobre la calidad del producto o servicio que ofreces, pregúntaselo a tu cliente, es el quien dice que hacer, como o para cuando.* No se puede forzar al Cliente a comprar el producto que nosotros queremos al precio que queremos. Una organización mejora hacia la Calidad Total cuando los clientes externos e internos *sienten que se está cumpliendo consistentemente con sus requerimientos de calidad, oportunidad, costo y servicio.*

---

\* INTERNET; Rampey y Roberts, 1992; Total Quality Forum

- EL PROCESO DE PRODUCCIÓN ESTA EN TODA LA ORGANIZACIÓN. *Proceso de producción no es toda la línea de producción propiamente dicha, sino toda la empresa.* Los que hacen bien su trabajo lubrican el proceso, los que lo hacen mal crean cuellos de botella en el proceso.
- LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS ES RESULTADO DE LA CALIDAD DE LOS PROCESOS
- EL PROVEEDOR ES PARTE DE NUESTRO PROCESO. *En el proveedor se inicia la calidad, él es parte de nuestro proceso, debe ser considerado como parte de la organización. La calidad se inicia en la demanda (de nuestros clientes) y culminará con su satisfacción, pero el proceso de elaboración se inicia en el proveedor, por lo que este debe ser considerado como parte de nuestro proceso de producción, extendiéndose a él las acciones de entrenamiento en Calidad Total.*
- SON INDISPENSABLES LAS CADENAS PROVEEDOR INTERNO – CLIENTE INTERNO. *Cada individuo de la organización toma conciencia de que tiene uno o más clientes internos y uno o más proveedores internos. Creándose cadenas de proveedor - cliente dentro de la organización. Proveedores internos a los que hay que mantener informados de cómo queremos que nos entreguen su trabajo y sobre lo que haya que corregir. En esta cadena que se genera por esta conciencia de proveedores internos y de clientes internos, es tan responsable el proveedor que no le pregunta a su cliente sobre la calidad del trabajo que entrega, como el cliente que no le informa a su proveedor sobre algo que se le está entregando mal hecho.*
- LA CALIDAD ES LOGRADA POR LAS PERSONAS Y PARA LAS PERSONAS. Esto exige, entre otras cosas, un constante programa de capacitación y entrenamiento.
- ESTABLECER LA MENTALIDAD DE CERO DEFECTOS. Esto tiene el propósito de *erradicar el desperdicio*, en todas las formas como se presente, eliminando las actividades que no agregan valor. "Cero defectos" consiste en tener una actitud sistemática hacia el no - error. Debemos dejar el uso común de la frase *errar es humano*, no se trata de

perseguir a los subalternos porque cometen errores, ya que eso mataría su iniciativa. *De lo que se trata es de despertar la conciencia de no equivocarse.* Bajo el concepto de *cero defectos* desaparecerán los límites de tolerancia, pues estos consagran el error. La Calidad Total promueve la eliminación de todo tipo de despilfarros presentes en:

- Inventarios
  - Equipos no disponibles por daños o mantenimiento
  - Personal dedicado a tareas repetitivas
  - Papeles y exceso de trámites
  - Exceso de informes y reuniones
  - Inventarios de trabajo en procesos entre oficinas.
  - Controles internos innecesarios.
- LA VENTAJA COMPETITIVA ESTA EN LA REDUCCIÓN DE ERRORES Y EN EL MEJORAMIENTO CONTINUO. La verdadera ventaja competitiva está en la reducción de errores o en mejorar los procesos; allí radica la reducción de costos. Con el resultado de "menores costos" se puede:
    - Bajar precios a los clientes.
    - Mejorar utilidades de la empresa.
    - Mejorar el acabado del producto.
    - O todas las anteriores a la vez.
  - ES IMPRESCINDIBLE LA PARTICIPACIÓN DE TODOS (CONCIENCIA COLECTIVA). Reducir errores sólo será posible con la participación de todos y cada uno de los miembros de la organización.
  - CALIDAD ES ANTE TODO UNA RESPONSABILIDAD GERENCIAL. Los mandos directivos deben ser líderes, capaces de involucrar y comprometer al personal en las acciones de mejora.
  - REQUIERE UNA NUEVA CULTURA. En el concepto de Calidad Total *"todos piensan y todos hacen"*.

## COMPARACIÓN DEL VIEJO ENFOQUE DEL PARADIGMA DE CALIDAD CON EL NUEVO DE CALIDAD TOTAL

En el viejo enfoque a diferencia del nuevo, se sacrificaba la Calidad con el objetivo de incrementar la productividad. A continuación se presenta una comparación de estos dos enfoques, mostrando claramente las principales diferencias entre ambos:

Antes	Ahora
Cumplir los estándares y procedimientos definidos	Satisfacer las expectativas del cliente
Invertir tiempo y dinero para conseguir mejorar la calidad	Ahorrar tiempo y dinero haciendo las cosas con calidad
La calidad es responsabilidad de unos pocos	La calidad es responsabilidad de todos
Detectar los errores producidos en el proceso	Evitar los errores, haciendo las cosas bien a la primera vez

**Cuadro 1-1: Enfoques de la calidad Antes y Ahora;**

**FUENTE:** INTERNET; Rampey y Roberts, 1992; Total Quality Forum

En otras palabras, puede decirse que el Concepto de Calidad y su aplicación, hasta llegar al estado actual, ha tenido la siguiente evolución:

- a) Control de calidad enfocada hacia los productos terminados.
- b) Control Estadístico de procesos.
- c) Control Total de Calidad o Calidad Total.

La primera etapa iniciada con la revolución industrial, consistió en la inspección a los productos terminados, clasificándolos como aprobados o rechazados. Estos últimos debían ser sometidos a un reprocesamiento en caso de ser posible o simplemente eliminados.

Bajo la nueva filosofía, podemos encontrar los siguientes puntos:

- La Calidad significa satisfacción de las necesidades y expectativas del cliente.
- La concepción de proveedores y clientes internos.
- La responsabilidad de la dirección en la Calidad.
- La Calidad no sólo debe buscarse en el producto sino en todas las funciones de la organización.
- La participación del personal en el mejoramiento permanente de la calidad.

- La aplicación de principios y herramientas para el mejoramiento continuo de los productos y servicios.

## LA CALIDAD TOTAL COMO ESTRATEGIA

La Calidad Total es una estrategia que busca garantizar, a largo plazo, la supervivencia, el crecimiento y la rentabilidad de una organización optimizando su competitividad, mediante: el aseguramiento permanente de la satisfacción de los clientes y la eliminación de todo tipo de desperdicios.

Esto se logra con la participación activa de todo el personal, bajo nuevos estilos de liderazgo; siendo la estrategia que bien aplicada, responde a la necesidad de transformar los productos, servicios, procesos, estructuras y cultura de las empresas, para asegurar su futuro.

Para ser competitiva a largo plazo y lograr la supervivencia, una empresa necesitará prepararse con un enfoque global, es decir, en los mercados internacionales y no tan sólo en mercados regionales o nacionales. Pues ser excelente en el ámbito local ya no es suficiente; para sobrevivir en el mundo competitivo actual es necesario serlo en el escenario mundial.

Para adoptar con éxito esta estrategia es necesario que la organización ponga en práctica un proceso de mejoramiento permanente.

### 1.1.6 - LA NO CALIDAD Y SU COSTO

#### Definición de los costos de la mala calidad

La mala calidad le cuesta dinero a la entidad. La buena calidad le ahorra dinero a la misma; mucha gente dice que la calidad le cuesta a la entidad demasiado, no es así, le costará menos. Pero hoy en día las entidades no miden los costos de la mala calidad (CMC), y si no se mide no se puede controlar.

Este concepto trata del costo cuando no se tiene calidad, no del costo de la calidad. A menudo es más barato suministrar productos y servicios de alta calidad que productos lamentables. La calidad no es el costo de suministrar lo que se produce, es el valor que recibe el cliente de esa producción. En la empresa utópica, los costos de mala calidad, son cero; los trabajadores siempre hacen todo correctamente, no existen excesos ni omisiones y por lo tanto no hace falta comprobar nada, nunca hay un efecto en los materiales y los servicios siempre cumplen los requisitos y normas y son largamente durables.

Pero la realidad es muy diferente, las personas siempre se equivocan y necesitan control y una estrategia para garantizar la calidad, cumpliendo los requisitos completamente.

Se define estos costos de mala calidad como el costo incurrido para ayudar al trabajador a que haga bien el trabajo todas las veces que lo realice y el costo de determinar si la producción es aceptable, además cualquier costo en que incurre la empresa y el cliente porque la producción no cumplió las especificaciones y/o las expectativas del cliente

### ¿Por qué usar el CMC?

El **costo de la mala calidad** proporciona una herramienta muy útil para cambiar la forma en que la dirección y los empleados piensan sobre los errores. El CMC ayuda:

- 1- Llamando la atención a la dirección. Al hablar a los directivos en términos de dinero les proporciona la información con la que ellos se relacionan. Saca la calidad de lo abstracto y la convierte en una realidad que puede competir eficazmente con el costo y el calendario.
- 2- Cambiando la forma en que el empleado piensa sobre los errores. Cuando se desecha una rueda de fricción defectuosa como resultado de las acciones de un empleado, la repercusión sobre su comportamiento futuro será mayor si este o esta que vale 100

dólares. Los empleados tienen que comprender el costo de los errores que cometen.

- 3- Proporcionando un mejor rendimiento de los esfuerzos por resolver el problema. El costo de la mala calidad "monetiza" los problemas y así las acciones correctoras se pueden dirigir a las soluciones que vayan a proporcionar un máximo rendimiento.
- 4- Proporcionando un método sencillo y comprensible para medir el efecto que la mala calidad tiene sobre la empresa, y aportando una forma eficaz de medir el impacto del proceso de mejora de la calidad.

### **Limitaciones del CMC**

El costo de la mala calidad no puede resolver los problemas de calidad u optimizar el sistema de calidad. Es tan solo una herramienta que ayuda a que la dirección comprenda la magnitud del problema de la calidad, determina con precisión las oportunidades para mejorar y mide los progresos que se están realizando con las actividades de mejora. El sistema del CMC tiene que ir acompañado de un proceso de mejora eficaz que reduzca los errores que se están cometiendo tanto en las áreas de administración como en las de fabricación. Son dos:

**I – Costos Directos**

**II – Costos Indirectos**

### **I - COSTO DIRECTO DE LA MALA CALIDAD\***

De las doce categorías más importantes de los costos de la mala calidad directos o indirectos, los CMC directos son los que mejor se comprenden y se utilizan tradicionalmente por la gerencia para dirigir el negocio, ya que los resultados son menos subjetivos. Los costos directos de la mala calidad se pueden encontrar en los libros mayores de la empresa. Incluyen todos los costos

---

\* **FUENTE**(contenido y cuadros): Harrington, Tomas; El Coste de la Mala Calidad, Ediciones Díaz de Santos, Madrid España, 1990.



en que incurre una empresa porque la dirección teme que las personas cometan errores, donde los costes en que se incurren porque las personas si que cometen errores, y los costos relacionados con la formación de las personas para que puedan hacer su trabajo eficazmente.

### **Costos Directos de la mala calidad**

- 1- **Costos controlables de la mala calidad**
  - a. **Costos de Prevención (inversión en la prevención)**
  - b. **Costos de Evaluación**
- 2- **Costos resultantes de la mala calidad (perdidas)**
  - a. **Costos de los Errores o Fallas Internas (perdidas)**
  - b. **Costos de los Errores o Fallas Externas (perdidas)**
- 3- **Costos de la mala calidad del equipo**

#### **1) CMC Controlables**

Los costos controlables de la mala calidad son aquellos sobre los que la dirección tiene control directo para asegurarse de que solo los productos y servicios aceptables por el cliente se remiten al mismo. Los costos controlables de la mala calidad se subdividen en dos categorías:

- A) **Costos de Prevención**
- B) **Costos de Evaluación**

#### **Impacto del cambio en los costos de prevención y evaluación**

Para simplificar la definición, podemos decir que las actividades preventivas son aquellas actividades que tienen un efecto positivo sobre la capacidad de una persona para que hagan bien el trabajo todas las veces, o en otras palabras, las actividades que mejoran el primer rendimiento.

Conforme incrementamos las actividades preventivas, reducimos el costo de los errores totales porque se reduce el número total de errores. Las actividades de evaluación, por otra parte, evitan que los errores alcancen al cliente o a un nivel mas elevado del montaje. Las actividades de evaluación no reducen el número total de errores; tan solo detectan un porcentaje mayor de los mismos en la producción antes de que se expida al cliente de la empresa.

Es fácil de ver que la única razón por la que necesitamos la actividad de evaluación haya definido el problema, es imperativo que se implante inmediatamente la acción correctora para evitar que vuelva a suceder.

Con demasiada frecuencia corregimos el problema que ha interrumpido el proceso, pero no dedicamos a analizar lo que ocurrió y actuamos en consecuencia para garantizar que el proceso se cambie permanentemente para que el problema no vuelva a ocurrir. Solo cuando hayamos implantado la acción que evite que el problema vuelva a suceder es cuando el problema estará realmente resuelto.

### A) Costos de prevención

Son todos los costos en que se incurre en la planeación, documentación, implantación y mantenimiento del sistema de calidad. Las subcategorías usualmente contempladas en los costos de prevención son las siguientes:

<b>Planificación de la calidad</b>	Consiste en todas las actividades orientadas a planificar el sistema de calidad y trasladar los diseños del producto y los requerimientos de calidad del cliente a mediciones que aseguren la obtención del producto del cliente en cuanto a sus necesidades
<b>Aseguramiento de la calidad del proveedor</b>	Todas las actividades que se realizan para lograr que el proveedor entregue los insumos dentro de las especificaciones requeridas
<b>Revisión y verificación de diseños</b>	Aquí se incluyen las actividades de Control de calidad y otras áreas funcionales encargadas de manejar acciones durante las fases de diseño de productos, así como el trabajo de aseguramiento de la calidad durante el desarrollo
<b>Diseño y desarrollo de equipos para la medición de la calidad</b>	Son todos los costos involucrados en el diseño, desarrollo, documentación y todo el trabajo realizado al tratar de comprobar que la inspección y los equipos son adecuados
<b>Entrenamiento de calidad</b>	Son todos los costos asociados con el Entrenamiento a los empleados para asegurarse que tienen el nivel óptimo de habilidad en el manejo de calidad
<b>Auditorías de calidad</b>	Aquí se incluye todo el trabajo relacionado con la evaluación, medición y análisis asociado para asegurar que existe un sistema de calidad en un proceso determinado
<b>Adquisición, análisis y el reporte de datos para prevenir futuras fallas</b>	Es todo el esfuerzo invertido en recolectar, analizar y reportar datos que son orientados a prevenir futuras fallas en los productos
<b>Programas para el mejoramiento de la calidad</b>	Son todas las actividades de la metodología del mejoramiento: identificación de síntomas, análisis de causalidad, diseño de acciones correctivas e implantación de mejoras

**Cuadro 1-2 : Subcategorías de los Costos de Prevención;**

Son todos los gastos realizados para evitar que se cometan errores, o diciéndolo de otra manera, todos los costos implicados para ayudar a que el empleado haga bien el trabajo todas las veces. Si se miran desde el punto financiero, no son realmente un costo. Son una inversión de futuro, que a menudo se llama inversión para evitar costos. La mejor manera de que una empresa pueda gastar el dinero del costo de la mala calidad es invertirlo en la acción preventiva. Desgraciadamente, sin embargo, la mayoría de las empresas han pasado por alto esta valiosa inversión porque es difícil ligarla a un rendimiento de la inversión tangible.

### **B) Costos de evaluación**

Son todos los costos incurridos en el desempeño de mediciones y auditorías en diseños, productos componentes y materiales para establecer el grado de conformidad con los requerimientos de calidad.

Las subcategorías usualmente contempladas en los costos de evaluación las siguientes:

<b>Evaluación de diseño</b>	Son todos los costos asociados con la inspección realizada en la etapa de diseño de un producto para verificar si hay conformidad con los requerimientos de calidad
<b>Materiales consumidos en la actividad de inspección</b>	Todos los materiales de producción, componentes y equipos consumidos o destruidos durante la acción de inspección
<b>Inspección y equipo de medición</b>	Todos los costos de depreciación del equipo utilizado para la inspección. También se incluyen los costos de calibración y mantenimiento del equipo
<b>Evaluación del material almacenado</b>	Son los costos involucrados en ejecutar la inspección en el almacén, de todos los materiales, componentes y equipo para asegurarse que están siendo mantenidas las características de calidad

**Cuadro 1-3 : Subcategorías de los Costos de Evaluación**

Son los resultados de la evaluación de la producción ya acabada la auditoría del proceso para medir la conformidad con los criterios y procedimientos establecidos. Diciéndolo de otra manera, los costos de la evaluación son todo lo gastado para determinar si una actividad se hizo bien todas las veces. Los costos típicos de evaluación son:

1	Auditorías de garantía de calidad del proceso de fabricación.
2	Auditorías financieras extensas.
3	Inspección y ensayos para determinar la conformidad de los productos y/o servicios con las especificaciones.
4	Aprobación de firmas de un documento.
5	Mantenimientos y calibración del equipo de ensayos e inspección.
6	Revisión de los diseños terminados.
7	Revisión de los datos de ensayos e inspección.
8	Revisión por parte de gerentes de segundo nivel de las decisiones de los gerentes de primer nivel.
9	Repaso de los errores de las cartas.
10	Informes y procesos de los datos de la actualidad.
11	Auditorías de nominas
12	Comprobaciones del comportamiento post venta.
13	Evaluación de certificaciones (examen de licenciatura de los profesionales)

**Cuadro 1-4 : Costos típicos de evaluación.**

La única razón por la que se necesita los costos de evaluación es porque a menudo la dirección no está del todo segura de que el dinero y tiempo invertido en el costo de prevención es eficaz al 100% en la eliminación de la posibilidad del error. A menudo las actividades de evaluación tienen lugar demasiado tarde y son demasiado escasas.

## **2) CMC Resultantes**

Constituyen la segunda categoría de costos directos de la mala calidad. Incluyen todos los costos en que incurre una empresa que son consecuencia de los errores, dicho de otra manera, todo el dinero que gasta la empresa porque no todas las actividades se hicieron bien todas las veces. A estos costos se les llama costos resultantes porque están directamente relacionados con las decisiones que toma la dirección dentro de la categoría de costos controlables de la mala calidad.

Los Costos de fallas son todos los costos en que se incurre, como resultado de los materiales, componentes o productos terminados que fallan en cumplir con los requerimientos de calidad en la primera inspección después de una operación, o después de haber sido elaborado el producto. Estos costos se dividen en dos grupos por razones de control, dependiendo si se han generado antes que el producto tenga contacto con el cliente o después

Se subdividen en:

- a) Costos de Errores o Fallas Internas
- b) Costos de Errores o Fallas Externas

#### a) Costos de Errores o Fallas Internas

Son todos los costos producidos como resultado de una ineficiente identificación de falta de conformidad con requerimientos de calidad, antes que el producto llegue al cliente.

Los costos de los errores internos se define como el costo en que incurre la empresa como consecuencia de los errores detectados antes de que la producción sea aceptada por el cliente de la empresa. En otras palabras, es el costo en que incurre la empresa antes de que el producto o servicio sea aceptado por el cliente porque no todo el mundo hizo bien su trabajo todas las veces. Están incluidos los costos incurridos desde el momento en que un artículo es expedido por el proveedor hasta que es aceptado por el cliente final.

Las subcategorías de los costos de fallas internas son las siguientes:

<b>Desperdicios</b>	Son todos los costos involucrados por la pérdida de partes, componentes, materiales, formulaciones y productos que no satisfacen los requerimientos de calidad
<b>Reelaboración y/o Retrabajos</b>	Aquí se incluye los costos que se generan por conceptos de reemplazo o rectificación de un producto que falla en cumplir con los requerimientos de calidad. Incluye los costos de materiales utilizados en la rectificación y cualquier actividad de planificación y obtención de materiales
<b>Reinspección</b>	Son todos los costos incurridos como resultado de las continuas inspecciones realizadas a productos que han tenido defectos
<b>Diagnóstico de inconformidades</b>	Se incluyen los costos generados por el Análisis de productos para determinar las causas que originan su falla
<b>Degradación</b>	Son los costos que provienen de haber tenido que bajar el precio de un producto por no cumplir con los requerimientos de calidad

**Cuadro 1-5.1 : Subcategorías de los Costos de Fallas Internas**

#### b) Costos de Errores o Fallas Externas

Son todos los costos en que se incurre la empresa cuando los productos, componentes o materiales fallan por su inconformidad con los requerimientos de

calidad, después de haber sido transferido al cliente. Las subcategorías de los costos de fallas externas son las siguientes:

<b>Quejas</b>	Son todos los costos generados por el resultado de quejas recibidas, investigaciones realizadas y reemplazo del producto como consecuencia de haber confirmado una calidad errónea
<b>Garantías</b>	Son todos los costos involucrados por el trabajo y materiales Asociados con reparaciones
<b>Reclamos por responsabilidad en la elaboración y entrega de productos</b>	Son los costos generados como resultado de un rechazo del producto por parte del cliente. Aquí se incluye los retrabajos, transporte, reparaciones o reemplazo del producto
<b>Concesiones</b>	Son los costos originados por los descuentos hechos a los clientes porque los productos no tienen las características que les satisface

**Cuadro 1-5.2 : Subcategorías de los Costos de Fallas Externas**

El productor incurre en el costo de los errores externos porque al cliente externo se le proporciona un producto o servicio inaceptable. Es el costo en que incurre la empresa porque el sistema de evaluación no detectó todos los errores antes de que el producto o servicio fuera entregado al cliente.

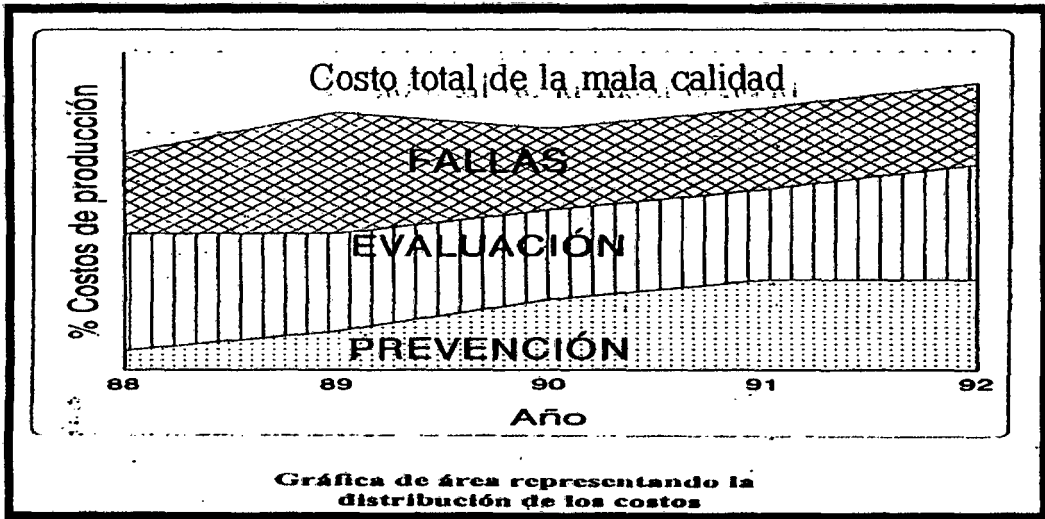
Las subcategorías identificadas y sus respectivas definiciones deben ser usadas sólo como guía para iniciar la elaboración de un sistema básico de medición de costos de la mala calidad. A continuación se detallan algunos aspectos claves que deben ser considerados al definir los costos de la mala calidad para una empresa determinada.

Las definiciones deben ser "hechas a la medida" de cada empresa se recomienda revisar la literatura y seleccionar aquellas categorías y subcategorías que se adecuan a la naturaleza de la empresa. Es importante que los títulos "sean los apropiados para la organización y no los de la literatura" (Juran, Gryna, 1988). Es fundamental que cuando se haya seleccionado la lista inicial, se discuta y se llegue a un consenso entre las distintas funciones involucradas en la empresa con el sistema de costos de la mala calidad.

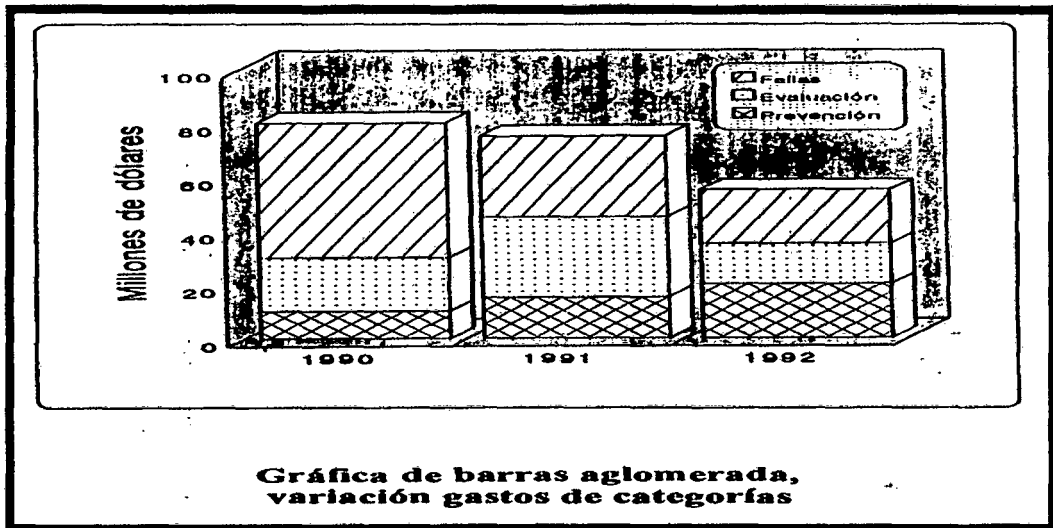
Antes de iniciar la recolección de datos se debe lograr un acuerdo pleno entre los miembros de la alta gerencia sobre las definiciones de las categorías y subcategorías. Si el grupo gerencial no está involucrado en el diseño del sistema podemos asegurar, de antemano, el fracaso del mismo.

**3) CMC del Equipo**

La inversión en equipos utilizados para medir, aceptar o controlar el producto o servicio, mas el costo del espacio que el equipo ocupa, constituyen el CMC del equipo. Este incluye e coste del equipo utilizado para imprimir e informar de los datos de la calidad.



**Gráfico 1-3**



**Gráfico 1-4**

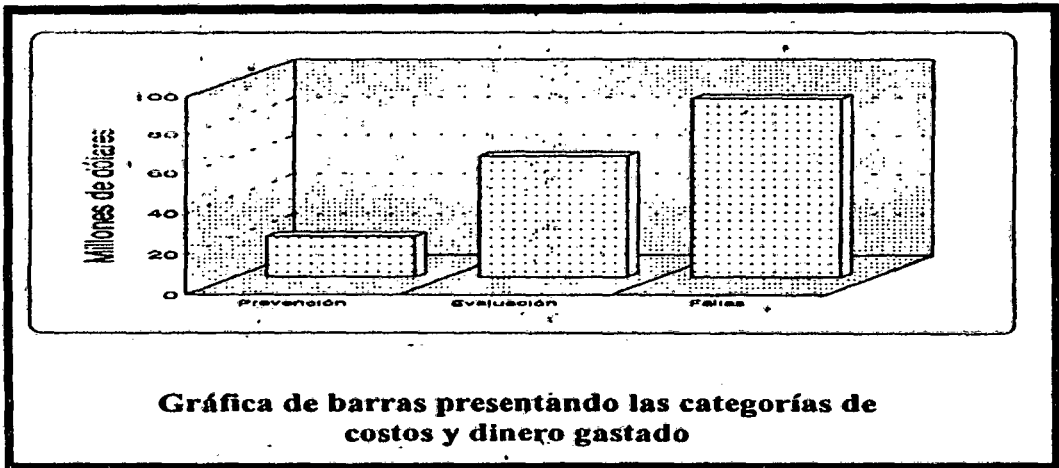


Gráfico 1-5

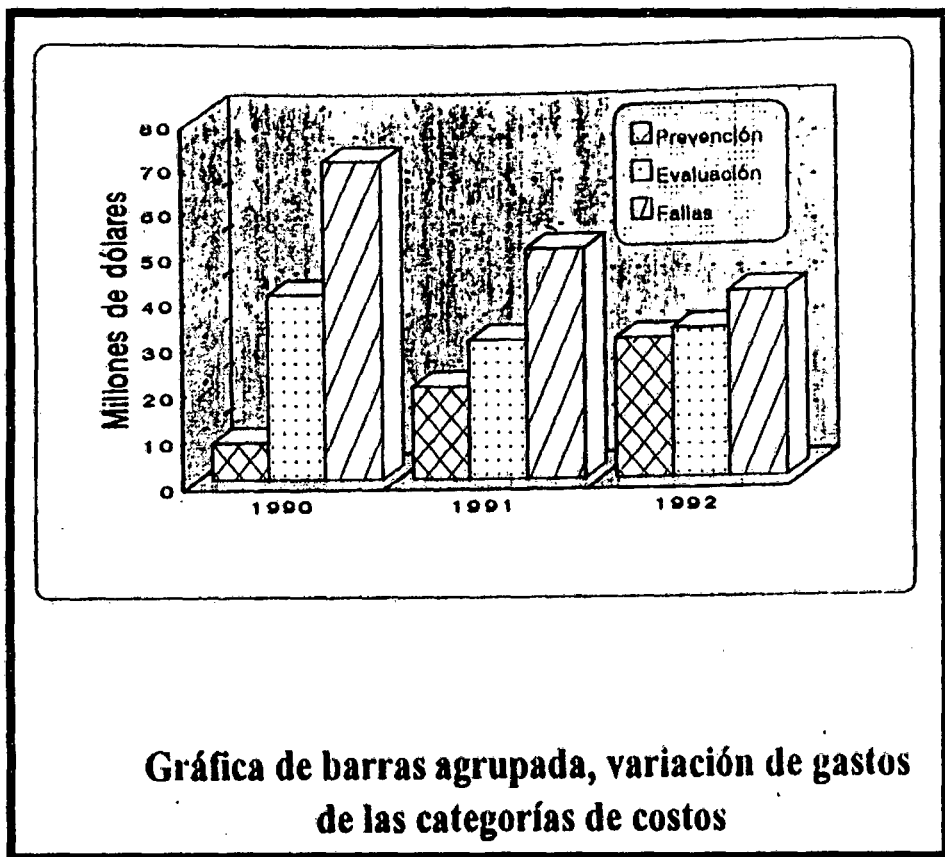


Gráfico 1-6



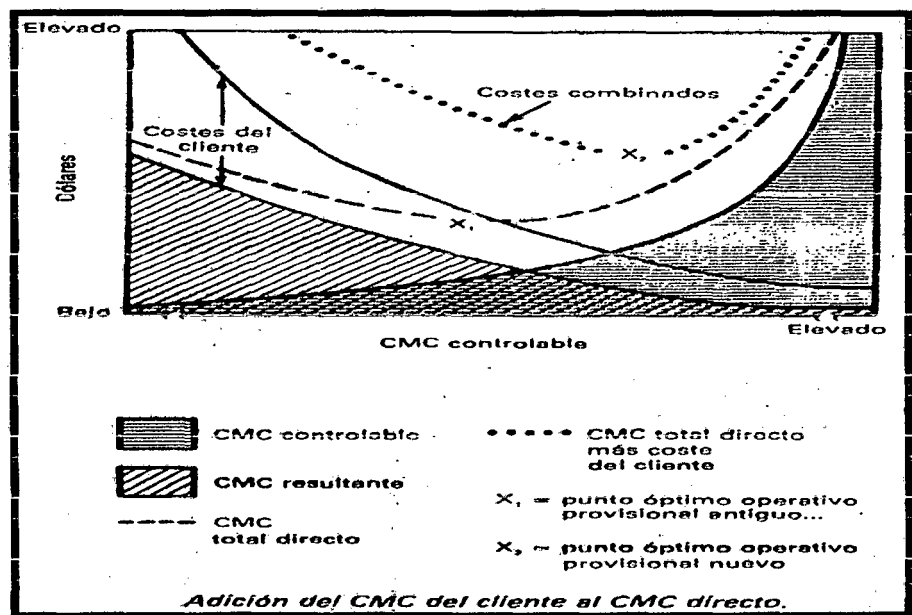
**II - COSTOS INDIRECTOS DE LA MALA CALIDAD\***

Son aquellos costos que no se miden en los libros de la empresa o entidad, pero puede llevar a la caída de alguna gestión, son aquellos costos que no se miden directamente pero que forman parte de los CMC en el ciclo de vida del producto. Son tres tipos:

1. **El CMC que incurre en el Cliente**, tiene lugar cuando un servicio no satisface lo esperado o establecido en las expectativas del mismo.

Algunos son:

- a. Pérdida de productividad cuando el equipo está fuera de juego
- b. Costes de desplazamiento y tiempo gastado para devolver la mercancía defectuosa.
- c. Horas extra para alcanzar la producción porque el equipo estaba fuera de juego
- d. Costos de reparación el estar caducado el periodo de garantía
- e. Equipo de reserva necesario cuando falla el equipo habitual



**Gráfico 1-7**

\* **FUENTE** (contenido y cuadros): Alexander, Alberto; La Mala Calidad y su Costo, Impreso EUA, Delaware USA, 1994.

2. El CMC de la insatisfacción del cliente, es una cuestión binaria porque los clientes o están satisfechos o insatisfechos, casi nunca se encontrara a uno en medio, ya que significaría también una insatisfacción. Para estos efectos es necesario estar atentos a las expectativas cambiantes y variantes de los clientes esto permita variar el plan ligeramente ya que estos cambios no afectaran a la base del proyecto y su productividad.

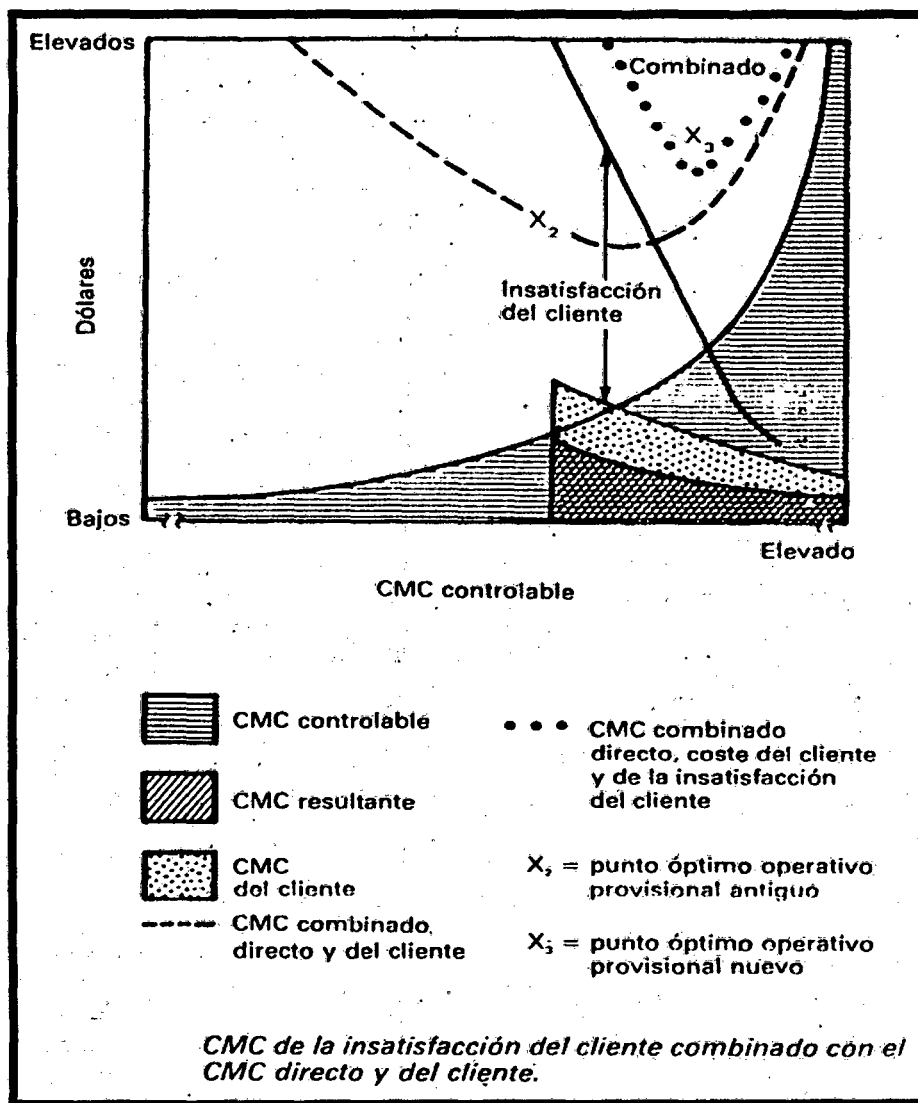


Gráfico 1-8

- El CMC de la pérdida de reputación, es aún más difícil de medir y predecir que el de la insatisfacción del cliente y de lo que le cuesta al cliente la mala calidad. Los costos ocasionados por la pérdida de reputación difieren de los costos de insatisfacción del cliente en que reflejan la actitud del cliente hacia una empresa más que hacia una línea individual de servicio. La pérdida de reputación afecta a todas las líneas de servicios ofertados, no se puede sumar a las curvas de un producto individual.**

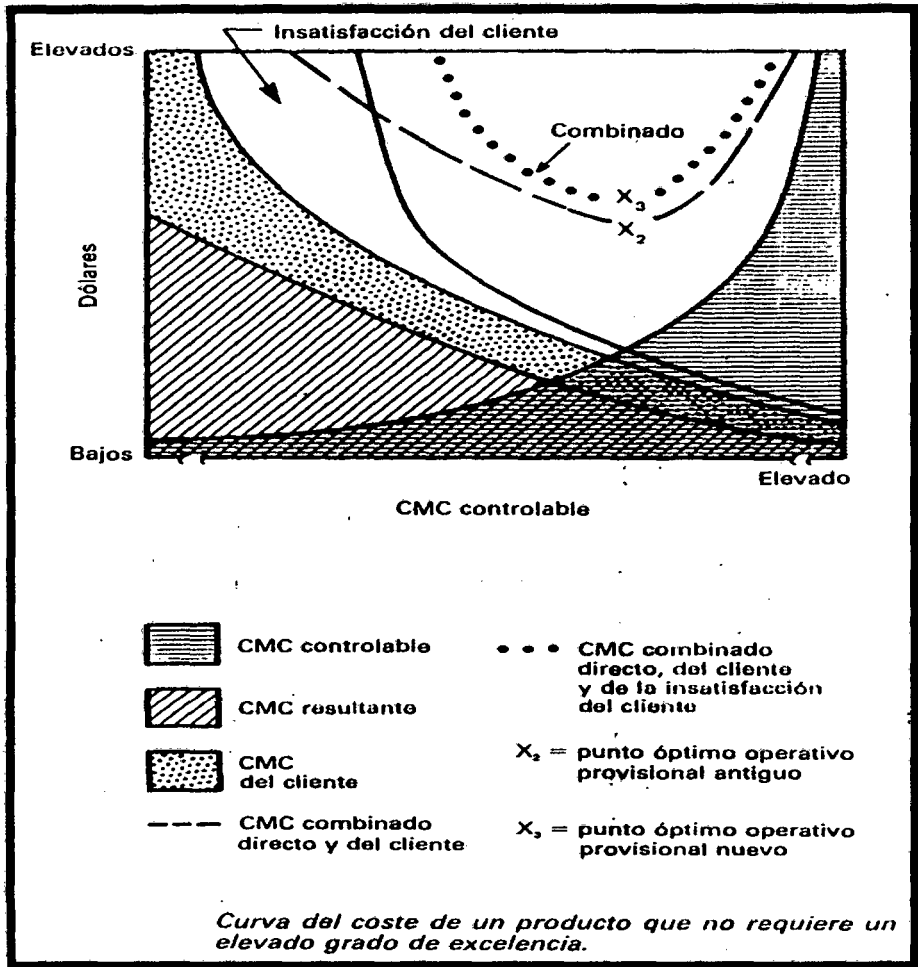


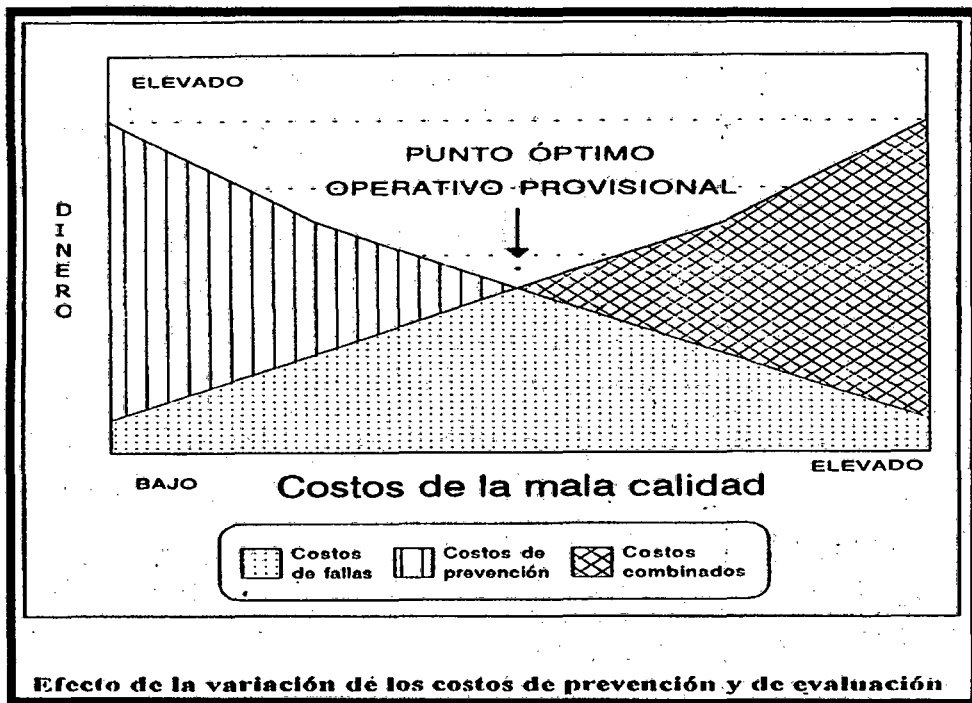
Gráfico 1-9

**PUNTO ÓPTIMO OPERATIVO PROVISIONAL**

Quando se suman el costo controlable y el resultante, aparece una nueva curva. Esta muestra los costos que resultan de la interacción entre el costo controlable de la mala calidad y el resultante.

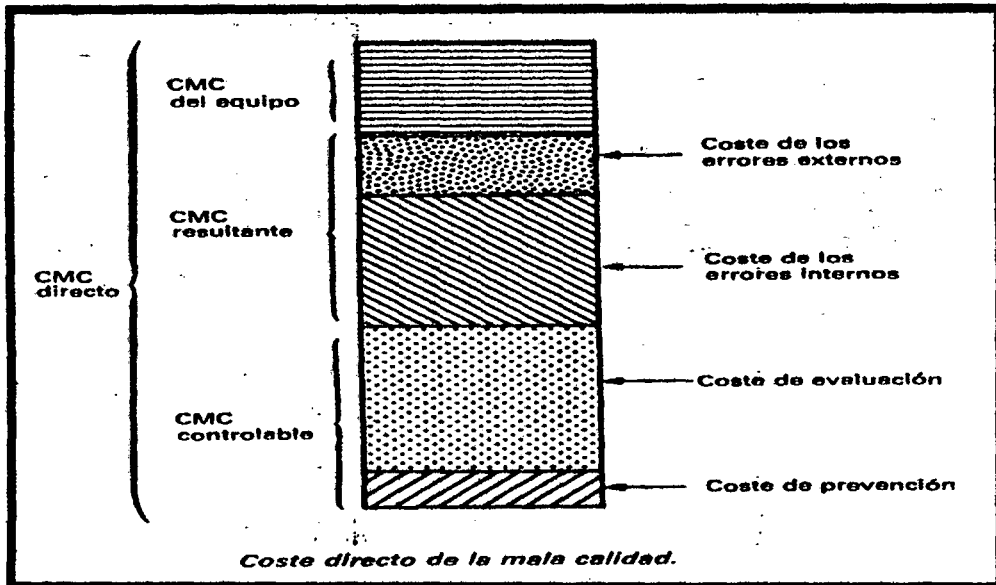
Un sistema eficaz de calidad debería operar en el punto de la curva llamado "punto óptimo operativo provisional". Este punto, el CMC total controlable y resultante es mínimo y el rendimiento de la inversión es máximo en ese punto y para un momento determinado.

El término "punto óptimo operativo provisional" se eligió con mucho cuidado: es el punto óptimo para un conjunto de condiciones solamente y debería cambiar conforme el proceso de mejora rebaja el nivel de errores.



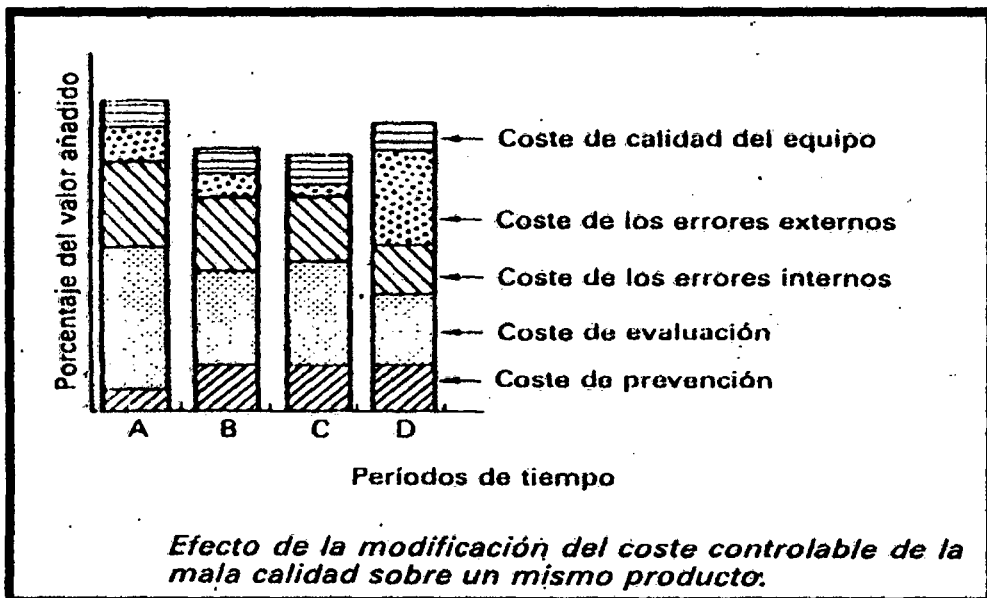
**Gráfico 1-10**

**Cambios del CMC con el tiempo**



**Gráfico 1-11**

Una serie de gráficos de barras, que reflejen diferentemente periodos de tiempo, proporciona un medio de modificar los factores controlables y de medir su impacto sobre el sistema del CMC total.



**Gráfico 1-12**

La diferencia entre los periodos de tiempo A y B de la figura es que en B hay mas desembolsos por prevención y menos costos de evaluación. En consecuencia, el costo directo global de la mala calidad descendió durante el segundo periodo de tiempo. Durante el periodo C, el costo de evaluación se incremento con respecto al periodo B, lo que trajo como consecuencia una reducción del costo de los errores externos mayor que el incremento del costo de los errores internos, haciendo que el CMC total disminuyera. Durante el periodo D, el coto de evaluación se redujo a su nivel mas bajo. Esto redujo el costo de los errores internos pero incremento grandemente el costo de los errores externos, trayendo como consecuencia un incremento del CMC directo global. Normalmente el CMC resultante disminuirá al ir aumentando los costos controlables de la mala calidad. La disminución del costo resultante de la mala calidad puede ser superior o inferior al cambio en el CMC controlable, dependiendo del nivel de satisfacción del sistema previo de calidad.

Richard K. Dobbins, ingeniero ejecutivo de calidad dice: No es infrecuente que las empresas reduzcan sus perdidas por fallos (errores) en unos nueve dólares por cada dólar invertido como gasto de evaluaciones da hasta quince dólares en las perdidas por fallas por cada dólar invertido en gastos de prevención de la calidad\*.

---

\* Richard K. Dobbins, Quality Cost Management for Profit, Congreso anual de Calidad de la Sociedad Americana para el control de Calidad, Transactions 1975, Milwaukee, Wisconsin

## 1.2 - CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN\*

### 1.2.1 - MARCO DE CONCEPTOS APLICADOS

#### Conceptos de Gestión Empresarial Aplicados

- **Organización**, es la entidad responsable de determinados procesos, que finalmente le permite cumplir su rol ante la sociedad entregando productos o servicios, respetando las necesidades de los usuarios. Se deben tomar las necesidades implícitas de los clientes.

**Aplicación.** La Organización es la entidad que tendrá la responsabilidad del total o parte del proyecto, es quien tendrá que manejar toda la administración necesaria para garantizar la construcción del proyecto en conformidad a los requisitos del proyecto integral.

Puede contratar, supervisar, subcontratar o ejecutar, en cada parte existen responsabilidades y limitaciones pero en cada una debe priorizar la visión de la calidad del trabajo final, sea producto o servicio.

- **Proceso**, es el conjunto de recursos y actividades relacionadas entre si que transforman elementos que ingresan en elementos que sales.

**Aplicación.** Es la estructura del trabajo en la ejecución de un proyecto, se reciben los elementos necesarios para el estudio, perfil, proyecto, expediente técnico, ejecución y mantenimiento; se recibe informes y sale como una obra física. Este proceso debe de incluir una gestión de calidad para garantizar la inversión.

- **Ejecución del Proceso**, es estructurar las acciones a seguir teniendo en cuenta los requisitos y armas para ejecutarlas.

**Aplicación.** Es la Programación de Obra, teniendo en cuanto lo que necesito para ejecutarlas correctamente, sabiendo como se debe hacer y que aspectos debe de cumplir el producto final.

---

\* **FUENTE**(contenido y cuadros): Gómez Sánchez, Rubén; Calidad en la construcción (curso teórico), UNI, Perú, 2002

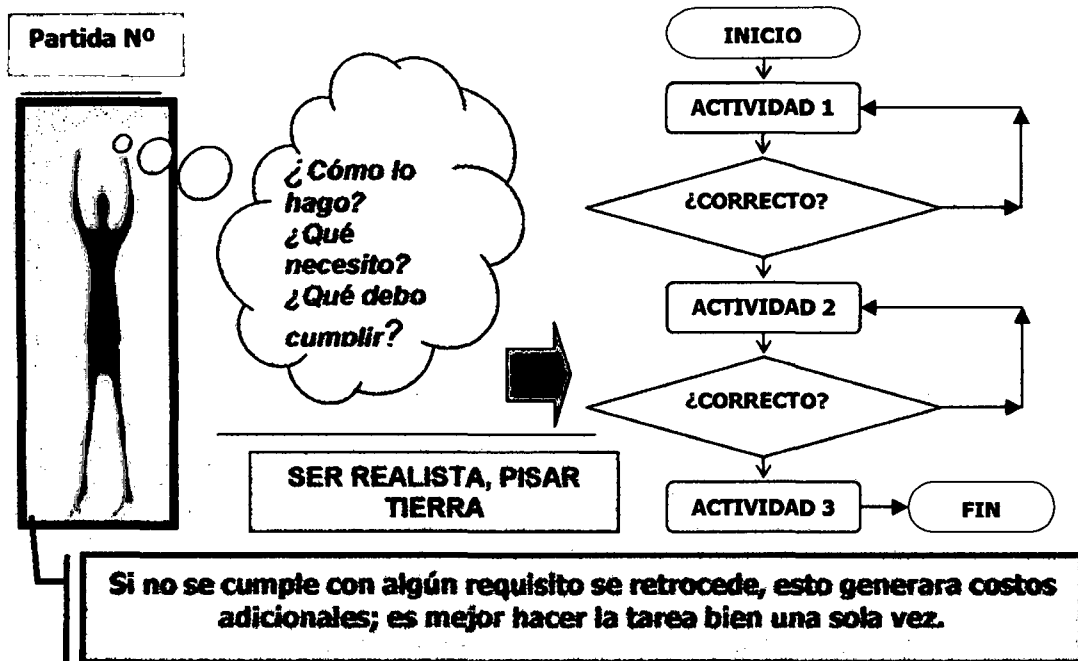


Gráfico 1-13: Esquema de Planificación

- **Sistema de producción**, es un conjunto de actividades, procesos planificados y organizados de una empresa con los cuales se puede cumplir con la obtención de un producto o servicio, según las especificaciones del cliente, y satisfacer sus expectativas implícitas y explícitas.
- **Administración**, es el proceso de diseñar y mantener un medio ambiente adecuado en el cual los integrantes del equipo, que trabajan juntos, logren eficientemente los objetivos seleccionados.
- **Eficacia**, es el logro de los objetivos y metas planteadas por la organización, sin tomar en cuenta los costos inherentes a los procesos.

**Aplicación.** Viene a ser el cumplimiento con la labor designada en el tiempo justo, pero no tomando en cuenta los costos, aun si erramos en alguna parte del proyecto; la visión es que debemos presentar un proyecto de calidad que colme las expectativas.

- **Eficiencia**, es el logro de los objetivos y metas planteadas por la organización al menor costo, este concepto se maneja apuntando a lo bueno



y poco costoso y no a lo de baja calidad por ahorras costos, tomar en cuenta los costos inherentes a los procesos.

- **Calidad de servicio o del producto**, es la forma en que la organización hace entrega de su producto a sus clientes y representa el grado de aceptación que los clientes manifiestan por el servicio recibido. Es el conjunto de cualidades de un producto o servicio, que permiten satisfacer las necesidades de los usuarios. Se deben tomar en cuenta las necesidades explícitas e implícitas de los clientes o usuarios.

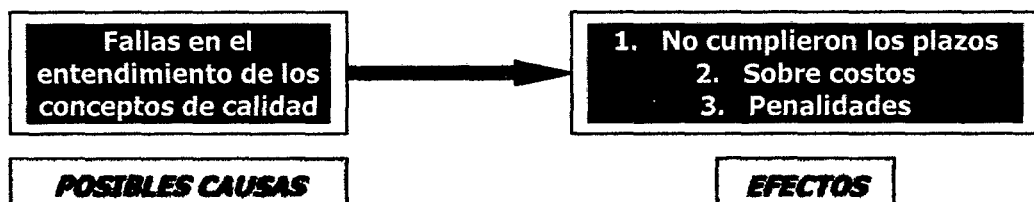
**Aplicación.** Es aquel proyecto que cumple todos aquellos objetivos por el cual se planeo, preparo, estudio y ejecuto; además el producto final es aceptable e incluso superar el servicio por el cual se trabajo.

- **Productividad**, es la relación de los resultados entre los insumos (producto) dentro de un lapso de tiempo con la debida consideración por la calidad. Se debe cumplir con los requisitos de la calidad especificados.

$$\text{productividad} = \frac{\text{resultados}}{\text{Insumos}}$$

**Conceptos de Gestión de Calidad Aplicados**

Existe un concepto importante que luego definiremos y utilizaremos pero que es muy común usarlo en perfiles de proyectos para la administración publica, este es el diagrama Causa y Efecto que es una herramienta de la calidad, gruesamente seria:

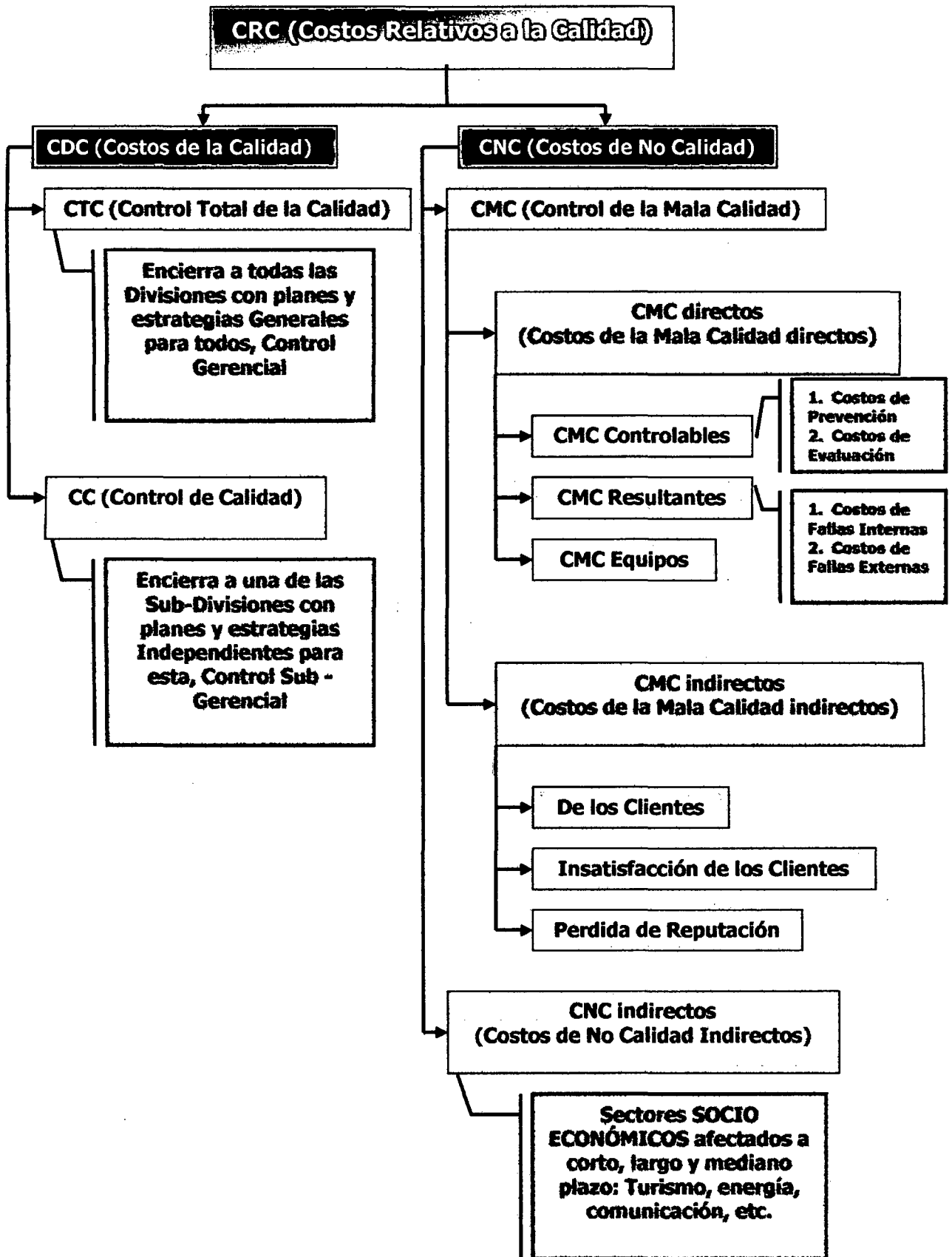


- **Requisitos**, necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria para un determinado proyecto.

- **Costos relativos a la Calidad**, son costos que se efectúan o se planea efectuar para asegurar una calidad satisfactoria, la estructura es la siguiente:
- **Reproceso**, es la acción tomada sobre un producto no conforme de modo que satisfaga los requisitos especificados.

### Conceptos de gerencia de proyectos

- **Proyecto**, Según el PMI (Project Management Institute), proyecto es emprender un esfuerzo temporal para producir un único producto o servicio. Temporal es una palabra que significa que todo proyecto tiene un inicio y termino definido.
- **Proyecto de la Construcción**, Es la trascipción de las necesidades (de la población o parte de la sociedad) en un conjunto de requisitos bajo las cuales se debería ejecutar la obra. Es claro que es una actividad temporal, y que como resultado tendrá un producto específico, es implícito que se tiene una premisa para mejorar la calidad de vida de la población beneficiada.
- **Objetivos de un proyecto**
  - Que tenga la calidad requerida la cual debe satisfacer las necesidades de la sociedad, si bien no ira más allá de las expectativas de los clientes y beneficiarios, al menos debe satisfacer completamente sus expectativas.
  - Que tenga un alcance adecuado, no solo debe beneficiar las expectativas técnicas sino que debe satisfacer as necesidades para la cual fue diseñado.
  - Que se ejecute dentro del costo presupuestado y debe completarse dentro de este costo previsto; en el diseño ya debe haberse tomado en cuenta todos los factores externos.
  - Que se ejecute dentro del tiempo programado, debe efectuarse al proyecto cumpliendo con el tiempo programado.



**Gráfico 1-14: CRC (Costos Relativos a la Calidad)**

Tesis: ESTUDIO DE CONTROL PARA MITIGAR LOS COSTOS DE NO CALIDAD (CNC) EN EL PROYECTO CARRETERA Yura-Patahuasi-Santa Lucía / TRAMO I- Yura Patahuasi Km.00+000-Km.53+000

Autor: W. Martín Canales Ayala

- **Ciclo de vida del Proyecto**, Es el periodo de tiempo, en el cual se cumplen todas las etapas comprendidas e involucradas en el desarrollo, y ejecución de los proyectos de la construcción. El ciclo de vida se inicia cuando el interesado hace explícita su necesidad al profesional especialista, y termina cuando el producto de la construcción cumplió con la vida útil prevista en el proyecto desarrollado. El concepto de ciclo de vida es muy importante para poder determinar el alcance el proyecto, en particular definir preliminarmente las responsabilidades de la gerencia de proyectos. Definir en forma precisa este aspecto es parte de la planificación del proyecto, y es una responsabilidad importante de la administración del proyecto.

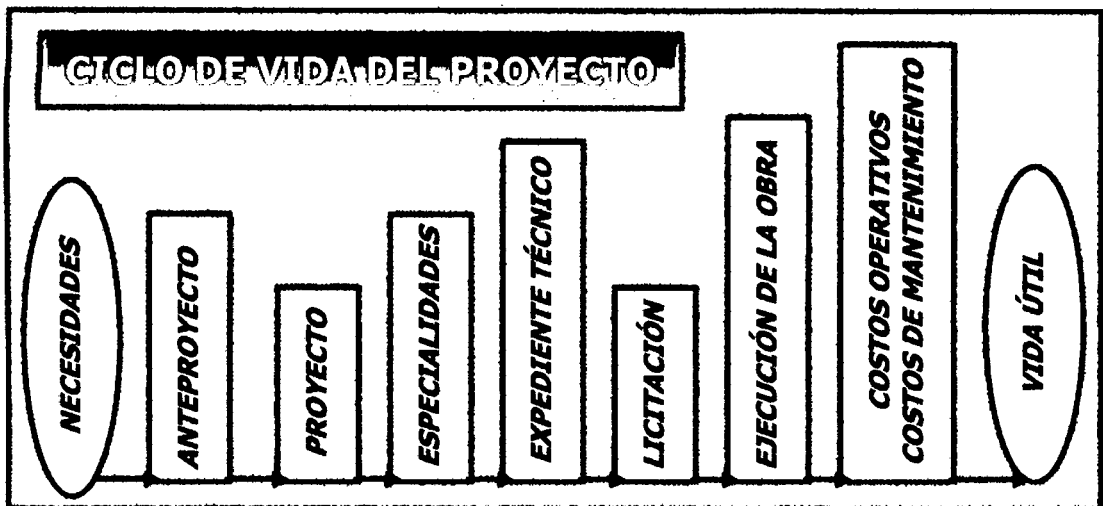


Gráfico 1-15

### 1.2.2 - LA CALIDAD Y LOS SISTEMAS PÚBLICOS

Toda entidad pública, que realice obras en el sector de la construcción debe tener una ESTRATEGIA DE CALIDAD INTEGRAL en todo el ciclo de vida del proyecto, esta ausencia se refleja en los resultados que se ven, además el valor agregado de cada proyecto se ausenta.

El sector construcción, en las entidades publicas, debe invertir en una Gestión Integral de Calidad, ya que hasta la actualidad se viene tomando como un simple control o verificación acompañado de una prueba final puesta en servicio, eso no es una estrategia adecuada de la calidad, el garantizar la calidad va de un

seguimiento desde la concepción hasta la garantía de la vida útil del proyecto, eso es tener estrategia de calidad definida.

Generalmente se tiene una visión errada de la calidad y se rehúsa esta por creerse antieconómica, esto debe ser aclarado ya que un plan integral de calidad (PIC) evaluaría, según estadísticas, las fallas y omisiones para tomar acción y luego invertir en ellas, el acumular errores y no eliminarlos costará más a la entidad que prevenirlos. **LOS 14 PUNTOS de DEMING para la Calidad**

1	<b>CONSTANCIA</b>	El propósito es mejorar constantemente los productos y servicios de la empresa, teniendo como objetivo la consecución de la competitividad permaneciendo en el mercado para proporcionar empleo por medio de la innovación, la investigación, el mejoramiento continuo y el mantenimiento adecuado
2	<b>NUEVA FILOSOFÍA</b>	Se trata de adoptar una nueva filosofía de empresa ya que estamos viviendo una nueva era económica (mucho más ahora) en la que los gerentes deben tomar conciencia de sus responsabilidades y afrontar la cuota de liderazgo que les cabe para lograr el cambio
3	<b>LA INSPECCIÓN</b>	Se debe dejar de depender de la inspección masiva para alcanzar la calidad, hay que eliminar la inspección en masa a través de la integración del concepto de calidad en todo el proceso de producción, lo cual aminora costos y permite aumentar calidad
4	<b>LAS COMPRAS</b>	Hay que eliminar la práctica de comprar basándose exclusivamente en el precio, ya que los departamentos de compras tienden a elegir al proveedor con los precios más bajos. En su lugar, se deben concentrar esfuerzos en minimizar los costos totales, creando relaciones sólidas y duraderas con un solo proveedor para cada materia prima, basándose en la fidelidad y la confianza
5	<b>MEJORAMIENTO CONTINUO</b>	La búsqueda por mejorar debe ser continua, no momentánea ni estática, se deben mejorar los procesos productivos, el servicio y la planeación, además la administración debe propender por la minimización de costos a través de la reducción de pérdidas y mermas y productos defectuosos
6	<b>ENTRENAMIENTO</b>	Se debe instituir el entrenamiento y la capacitación de los trabajadores como una de las tareas del diario acontecer, con esto no sólo se consiguen mejores empleados sino mayores resultados en cuanto a calidad y costos
7	<b>LIDERAZGO</b>	Las organizaciones deben adoptar e instituir el liderazgo, de manera que la labor de los supervisores o jefes no se limite a dar órdenes o impartir castigos, sino que más bien se convierta en un orientador que le ayude a la gente a hacer mejor su trabajo y que identifique quiénes son las personas que necesitan mayor ayuda para hacerlo
8	<b>EL MIEDO</b>	Las firmas deben desterrar el temor y el miedo de todos sus niveles, hay que generar confianza entre la gente de manera que no sientan temor de opinar o preguntar, esto permite mayor efectividad en el trabajo y permite que las personas se esfuerzen porque quieren que la empresa alcance el éxito
9	<b>BARRERAS</b>	Romper las barreras que existan entre los diferentes departamentos y su gente, no crear competencias que las hagan chocar sino más bien generar la visión de largo plazo que les permita a todos trabajar por conseguir los mismos objetivos, permitiendo así la colaboración y la detección temprana de fallos
10	<b>SLOGANS</b>	Hay que borrar los slogans o las frases preestablecidas, estos no sirven y lo que causan es relaciones adversas que redundan en pérdidas de competitividad y calidad
11	<b>CUOTAS</b>	Deben eliminarse las cuotas numéricas, tanto para trabajadores como para gerentes. Las cuotas sólo toman en cuenta los números, no los procesos, los métodos o la calidad y por lo general se constituyen en garantía de baja calidad y altos costos. Las cuotas se deben sustituir con liderazgo, eliminando el concepto de gerencia por objetivos
12	<b>LOGROS PERSONALES</b>	Hay que derribar las barreras que le quitan a las personas el orgullo que les produce su trabajo, eliminando los sistemas de comparación o de méritos, estos sistemas sólo acarrear nerviosismo y disputas internas
13	<b>CAPACITACIÓN</b>	Se debe establecer un programa interno de educación y auto mejoramiento para cada quien, hay que permitir la participación de la gente en la elección de las áreas de desarrollo
14	<b>TRANSFORMACIÓN</b>	Todos, absolutamente todos los miembros de la organización deben esforzarse por alcanzar la transformación en cuanto a calidad, procesos, productos y servicios, la transformación es el trabajo de todos, pero eso sí, hay que basarse en un equipo que reúna condiciones suficientes de capacidad y liderazgo

**Cuadro 1-6**

Los Sistemas Públicos son vulnerables a no mejorar sino mantener un estándar determinado siempre y cuando cumplan con lo mandado o solicitado, no importando lo que afectan o gastan, este pensamiento administrativo no mejora la inversión, es necesario optimizar recursos y ser productivos. Un cambio que da resultados hace que se tome en cuenta darle un seguimiento.

### 1.2.3 - PUNTO DE CONTROL

Es una actividad referida a la comprobación de que la actividad, en ejecución, del proceso constructivo cumple con los requisitos de la calidad definidos en la documentación del proyecto. Los puntos de control deben ser ejecutados en forma oportuna, dejando en lo posible las evidencias objetivas de su cumplimiento. El costo de tal actividad es parte de los costos de calidad atribuibles a la ejecución del proyecto.

#### Determinación de los Puntos de Control

Es necesario identificar los puntos de control aplicables a cada proceso, tales puntos deben ser plenamente conocidos por todas las personas que conforman la organización que esta a cargo de la obra. Debe recordarse que todos son responsables de la calidad, por lo tanto, es fundamental que especialmente el responsable de la ejecución de procesos constructivos conozca los puntos de control, los criterios de aceptación, las normas técnicas del producto o servicio, las normas técnicas de ensayo y prueba. En resumen, es necesaria la capacitación de todas las personas que forman parte de la entidad.

Se debe tener presente básicamente tres aspectos normativos técnicos, *el primero* es con respecto a **normas técnicas sobre gestión de calidad**, estas permitirán a la empresa poder analizar como organizaran sus sistemas de calidad bajo el cual trabajará toda la empresa, y si lo desean poder pensar en una certificación, *la segunda* es con respecto a **normas técnicas de productos**, estas definen las características y los requisitos de calidad, que deben cumplir

cada uno de los productos que son resultado de los procesos constructivos, o los propios productos que son adquiridos a otros proveedores y que son incorporados a la obra según el cronograma correspondiente, *la tercera* es con respecto a **normas técnicas de métodos de ensayo**, son con las cuales debe hacerse para pruebas y ensayos previsto e la especificaciones técnicas, análisis, etc., cuyos resultados deben ser comparados con los criterios de aceptación aplicables en cada caso, cada uno de los tipos de normas tienen su aplicación clara y específica.

### **Procedimientos Escritos**

Es la secuencia de actividades organizadas que tienen como fin optimizar el uso de los recursos e incrementar la productividad. Pero, lo más importante, es prever cumplir los requisitos de calidad establecidos en el contrato, preverse puntos de control oportunos, para no regresar, cada regreso es mayor costo. Los procedimientos deben contar con los requisitos aplicables para su control.

**Registro**, es un documento que provee evidencias objetivas de las actividades efectuadas o de los resultados, el cuaderno de obra sería su complemento.

**Registro de Calidad**, son el soporte de la calidad, bien en papel, microfilm o informático, donde se reflejan y anotan los resultados, de naturaleza variable, que son consecuencia directa o indirecta de la ejecución de actividades con la calidad.

**Procedimientos constructivos**, es la secuencia de actividades organizadas que tienen como fin lograr un producto. Se deben prever puntos de control para asegurar que toda la actividad represente un aporte, ya que en caso contrario habrá no conformidades, y esto significa un reproceso. Pero finalmente el presupuesto considera precios definitivos por los trabajos, en consecuencia, el reproceso afectan al logro de las utilidades de las obras.

## 1.2.4 - CONTROL DE CALIDAD EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

**1. Planificación De la Calidad**, involucra identificar los estándares de calidad que son aplicables al proyecto y determinar como satisfacerlos. Es uno de los procesos claves que facilitan la planificación del proyecto y debe ejecutarse regular y paralelamente con los otros procesos de planificación del proyecto.

- 1) **Resultados previstos**, en Plan de Gestión de Calidad (PGD) debe tener toda la documentación para hacer el control del proyecto, debe tener los procedimientos, instrucciones, registros. Etc. Además, los procedimientos operativos y técnicos deben definir en forma explícita las actividades a realizar.
- 2) **Verificaciones**, se deben tener las siguientes consideraciones:
  - i. Verificar que el contenido del plan siga los lineamientos de la política de calidad de la organización.
  - ii. Revisar las especificaciones contractuales y el alcance del proyecto.
  - iii. Verificar la designación de los recursos humanos y materiales para cumplir el plan.
  - iv. La designación de los responsables para cumplir con el plan.
  - v. Verificar la asignación de costos de calidad.

**2. Aseguramiento de la calidad**, contempla todas aquellas actividades planificadas y sistemáticas implementadas dentro de plan de gerencia de calidad, para prever confianza de que el proyecto tendrá por satisfizo los estándares de calidad aplicables.

- 1) **Resultados previstos**, la confianza que garantiza la calidad del producto o proyecto por medio del mejoramiento continuo que influirá en el incremento de la eficiencia y eficacia del proyecto.
- 2) **Verificaciones**, se deben consideran los siguientes aspectos:
  - i. Revisar el plan de calidad.



- ii. Revisar los registros de control de calidad practicado a las actividades del proyecto.
- iii. Practicar auditorias a los procesos constructivos y de gestión de calidad del proyecto a fin de mejorar el control y desempeño y desempeño del proyecto.

**3. Control de la Calidad**, involucra el monitoreo de los resultados específicos del proyecto, para determinar si ellos cumplen con los estándares de calidad aplicables, e identifica formas de eliminar las causas de los resultados no conformes.

- 1) **Resultados previstos**, evitar reproceso que genera costos de no calidad y detectar oportunamente las no conformidades para disponer acciones de mejoramiento. El adecuado control de los procesos, permitirá hacer los ajustes necesarios a fin de mejorar la calidad del proyecto.
- 2) **Verificaciones**, se deben consideran los siguientes aspectos:
  - i. Revisar los resultados de los procesos y actividades realizadas.
  - ii. Revisar el plan de calidad del proyecto.
  - iii. Verificar que la información contenida en los registros cumpla con la información prevista.
  - iv. Utilizar las herramientas de control estadístico para mejorar el control y la información del proyecto.
  - v. Realizar las inspecciones, ensayos y pruebas en el tiempo oportuno.

#### **4. Control de la Documentación del Proyecto**

Consiste en verificar la documentación concerniente al proyecto, se observara cualquier punto no definido en los planos, contrato de obra, memoria descriptiva, etc., los documentos deben estar definidos y tener una clara comprensión.

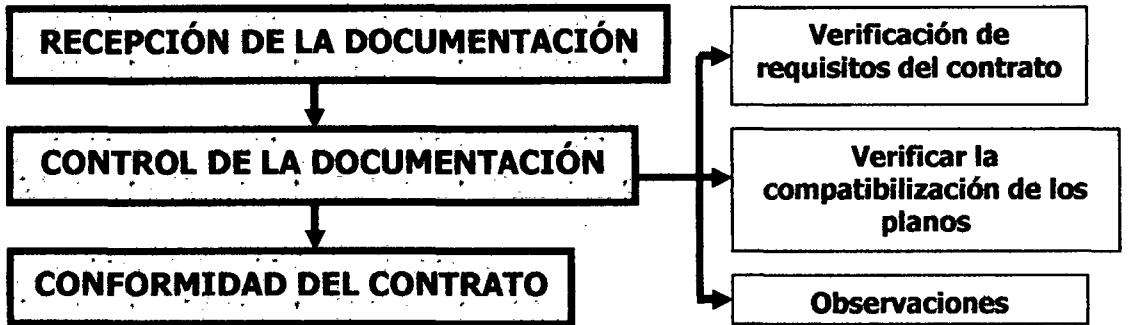


Gráfico 1-16: Documentación

5. **Informe de supervisión**, en el cual se detalla las actividades realizadas durante la ejecución del proyecto en un periodo de tiempo, se informa la situación de avance de obra, el cumplimiento de las actividades previstas, las actividades pendientes las observaciones y sugerencias a tomar, este informe se entrega al cliente.

6. **Elaboración del Informes**, intervienen los responsables de la organización, primero se debe establecer el periodo en que los Informes deben ser presentados por aquellos designados para hacerlos, estos deben ser estructurados y ordenados para luego ser revisados minuciosamente y hacer la conformidad para entregarlos.

7. **Elaboración del Dossier**, Este es un archivo físico del proyecto, el cual debe contener documentación empleada en el proyecto, registros de calidad, evidencias objetivas. La lectura del Dossier debe de ser de fácil entendimiento, por ser un documento de corte ejecutivo.

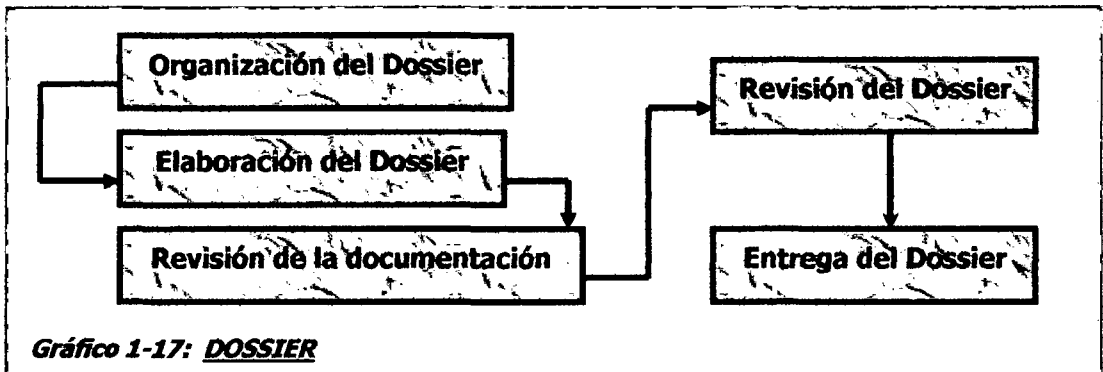


Gráfico 1-17: DOSSIER

**8. Implementación del control de Calidad**, esta debe hacerse tan pronto el PGC haya sido aprobado por el responsable de la obra, ya que esto es una muestra del compromiso hacia la calidad, la aprobación por parte del cliente, también es necesaria ya que significa que hay acuerdos sobre los aspectos que delimitaran el desarrollo de la obra. Es necesario que la implementación se efectúe de arriba hacia abajo, esta forma demuestra el grado de compromiso del máximo responsable de la obra.

## **9. PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PGC EN UNA OBRA**

- 1) **La aprobación de PGC por el máximo responsable de la obra**, es necesario ya que todo el personal de la obra debe conocer que el PGC (Plan de Gestión de Calidad) esta respaldado por el máximo ejecutivo de la organización o entidad de la obra. Además la aprobación es una muestra del compromiso con la filosofía de la calidad. De esta manera todas las áreas funcionales y todas las personas involucradas con los resultados de la obra asumirán el reto de trabajar bajo tal filosofía.
- 2) **Difusión del PGC entre los miembros de la organización de obra**, contempla la entrega de documentos de PGC, puede ser: plan de calidad, procedimientos, planes de inspección, registros de calidad, etc.; siempre y cuando, tales documentos estén relacionados con los trabajos de los cuales la persona es responsable. Las mismas personas deben completar los registros correspondientes a su trabajo.
- 3) **Asignación de responsabilidad a las personas**, significa en forma explícita, que cada miembro de la organización del proyecto asumirá mayores responsabilidades, las cuales están relacionadas con el cumplimiento de los requisitos de calidad contractuales. Cabe precisarse que cada persona debe conocer los requisitos de calidad aplicables a los procesos de los cuales es responsable.

- 4) **Implementación de los procedimientos y registros en cada una de las áreas funcionales de la obra**, esto quiere decir que cada persona debe conocer:
  - i. Los requisitos de calidad que debe cumplir.
  - ii. Los documentos del PGC aplicable.
  - iii. Los controles que el debe aplicar.
  - iv. Los registros de calidad que debe completar.
  - v. En caso de fallas que se debe hacer.
  
- 5) **Charlas de difusión para sensibilizar a los involucrados con los resultados de la obra**, es fundamental ya que se busca la plena sensibilización del personal, independientemente del nivel y puesto; el efecto de la sensibilización será el compromiso a la calidad, y como efecto multiplicador, mejorar la rentabilidad de la obra. Es necesario dictar charlas periódicas en obra, sobre temas directos de aplicación de los conceptos de calidad.
  
- 6) **Implementar el control de calidad en todos los procesos aplicables de la obra**, todo proceso constructivo da como resultado un producto, el cual debe cumplir determinados requisitos de calidad. El cumplimiento significa que la persona es eficaz y eficiente, pero el incumplimiento significa generar re-procesos, y esto incrementa los costos mermando la rentabilidad de la obra, por tal motivo todos son responsables de la calidad.
  
- 7) **Aprobación del PGC por el cliente**, Es fundamental la aprobación del PGC por parte del cliente, ya que esto implica que la organización está de acuerdo sobre los métodos bajo los cuales se espera alcanzar los requisitos de calidad aplicables a los productos de cada uno de los procesos constructivos a ejecutar en obra. Esta aprobación tiene incidencia directa en los costos reales de la obra, y en las previsiones a tomar por ambas partes.
  
- 8) **Complementar los registros de calidad que documenten los procesos según el PGC aprobado**, esta actividad es importante ya

que es la única que le permite a la organización demostrarle al cliente que viene cumpliendo con los requisitos de calidad contractuales. Todos y cada uno de los miembros de la organización de obra, deben conocer los registros que son aplicables a sus actividades.

9) **Levantar los RNC y SCI aplicables a los trabajos de la organización además de los trabajos internos de la empresa, los RNC y las SCI permitirán documentar:**

- i. Las no conformidades (RNC)
- ii. Las consultas y cambios de ingeniería (SCI)

Cada una de estas podría representar mayores costos de no ser documentadas. Su ámbito tiene que ser para los trabajos del cliente y la organización, ya que ambas son fuentes de mayores costos.

10) **Monitorear los resultados para ajustarlos a las expectativas previstas en calidad, costos y plazos, los resultados de los trabajos requiere de un control permanente para:**

- i. Verificar los resultados de los trabajos.
- ii. Controlar los costos ya que los incumplimientos significan re-procesos, y estos reducen la rentabilidad de la organización.
- iii. Comprobar los cumplimientos e incumplimientos.

11) **Definir las acciones como resultado de la gestión de la mejora continua, el PGC debe disponer de la aplicación de un procedimiento: "Gestión de la mejora continua", el cual prevé:**

- i. Revisar y analizar los RNC (Reportes de No Calidad) y SCI (Solución de Cambio de Ingeniería).
- ii. Revisar los efectos en costos y plazos de los RNC y SCI.

En base a lo cual se debe definir acciones que permitan mejorar los resultados de la ejecución de la obra en: costos calidad y plazos.

12) **Ajustar el PGC según resultados, para que siempre esté actualizado, todo proyecto u obra sufre metamorfosis durante su ejecución, cada cambio puede representar, en algunos casos, cambios en los requisitos de calidad aplicables y también en los procedimientos de trabajo. Esta es la razón para que el PGC necesite**

ser siempre revisado, y al igual que los planos debe revisiones apropiadas vigente, y en forma semejante retirar las copias obsoletas.

**13) Documentar las lecciones aprendidas,** las mejoras requieren reconocer lo siguiente:

- i. Que todo error tiene un costo inherente.
- ii. Que el SABER-COMO de la organización se enriquezca.
- iii. El personal de las obras cambia, pero los sistemas de trabajo quedan y deben ser afianzados.
- iv. Se debe incurrir en mayores costos (por los errores) una sola vez.
- v. Las mejoras deben aplicarse a las nuevas obras.
- vi. Tales lecciones deben ser difundidas y no escondidas.

### 1.2.5 - PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

El termino viene de uso medico que indica enfermedad, del análisis de la realidad actual de la construcción podemos decir que se deduce una conclusión central en relación a la falta de control de calidad en el proceso constructivo de este tipo de edificaciones (Pavimentos), lo cual confirma la necesidad que existe de sustituir las prácticas de inspección utilizadas actualmente por procedimientos mas adaptados a las características propias en una construcción de considerable inversión.

Las políticas establecidas en los decretos que rigen el contratar con el estado no promueven inversiones con calidad. Es el momento de establecer nuevas políticas de construcción en obras de interés social, se deberían reglamentar controles de calidad que garanticen la durabilidad de las estructuras o edificaciones.

Los resultados evidencian un nivel muy bajo de calidad en algunos proyectos de este tipo de perfil, por lo que se necesita promover un sistema de control diferente al existente pero que garantice seriamente la calidad de los proyectos,

ejecutados una sola vez sin lugar a errores que provoquen la pérdida considerable de la inversión y que garantice la servicialidad para la cual fueron diseñados mostrando una inversión segura con la calidad de los mismos.

La mayoría de las fallas normalmente se deben a causas provocadas por errores de naturaleza humana, mas que de equipo técnico, por lo tanto se deberán ajustar los programas de capacitación de recursos humanos en el sentido de la técnica profesional, que permita entroncarlos a una visión responsable hacia la calidad, evitando así las consecuencias económicas y sociales que traen consigo estos problemas. Las Instituciones publicas deben ser las primeras interesadas en invertir en este tipo de estrategias que, a corto plazo, llega a establecerse como parte de la política del estado y tener normatividad activa en este sentido del control de calidad e inversión en los costos de la mala calidad; se debe adaptar sus programas de ejecución e invertir en esta área de inspección y control de calidad, incorporando cursos prácticos que permitan dar a conocer esta técnica y el conocimiento real del manejo de los puntos de control y procedimientos utilizados en todo el ciclo de vida del proyecto integral.

### 1.3 - NORMATIVIDAD\*

No existe un adecuado control si no existe una norma que lo controle y ponga limites de máximos y mínimos en una producción, los servicios entran en el control de evaluación pero cada entidad decide llevara cabo estas normas y lograr una certificación, esto es importante para un país que desea asegurar su inversión y generar más desarrollo.

#### 1.3.1 - NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN

En el transcurso de los últimos años, la certificación se ha desarrollado enormemente, convirtiéndose en un instrumento imprescindible para elevar el nivel de calidad de productos y de empresas de un país. No es una casualidad el

---

\* INTERNET; Rampey y Roberts, 1992; Total Quality Forum

hecho de que los países más industrializados sean los que tienen más desarrollada dicha actividad.

La **Certificación** consiste en la emisión de marcas y certificados de conformidad a las empresas que demuestran que un producto es conforme con las normas o especificaciones técnicas que le son aplicables, y a las que tienen implantado un Sistema de Aseguramiento de la Calidad conforme a las normas UNE 66901/2/3 (equivalentes a las EN 29001/2/3 y a las ISO 9001/2/3).

La Certificación permite a la Industria demostrar su calidad. Con la Certificación, un producto, una marca, una empresa, demuestran su calidad en todo el mundo.

### 1.3.2 - ORÍGENES DE LAS NORMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

A finales de los años 50 y principios de los 60, las fuerzas armadas del Reino Unido sufrieron un nivel inaceptablemente elevado de fallos de sus equipos sobre el terreno. Esto amenazó su capacidad de llevar a cabo las misiones militares que se les encomendaban y, lo que era más importante, representaba un peligro considerable para la vida y el bienestar tanto del personal militar como del civil.

El elevado coste de los equipos militares significaba que los costes directos de los fallos de los equipos eran muy elevados, y los costes en términos de vidas humanas eran inaceptables. Para asegurarse de que sus proveedores producían los equipos según las especificaciones, el Ministerio de Defensa introdujo una serie de normas de diseño y de control de la fabricación.

Estas normas especificaban una serie de procedimientos de calidad que se debían documentar y controlar. La gama más amplia de controles se aplicaba a los proveedores que eran completamente responsables del diseño y de la fabricación de un artículo. Se aplicaba una serie menos exhaustiva de controles a los distribuidores de equipos.



Más tarde, esta serie de normas fueron sustituidas por las equivalentes AQAP, reconocidas en los ejércitos de toda la OTAN, para todos los proveedores relacionados con la defensa.

El empleo de normas formalizadas en los sistemas de calidad se extendió rápidamente a los sectores de energía nuclear y de las plantas de procesado de combustibles nucleares. También en estos sectores las pérdidas derivadas de los fallos de los equipos podían ser muy elevadas.

Un fallo en una central nuclear podía provocar enormes pérdidas de vidas, o lesiones terribles. En consecuencia, no se podían tolerar los fallos en estos sectores.

Esto condujo al desarrollo de normas de calidad, tales como la BS5882, que cubría las cuestiones concretas relacionadas con el diseño, la fabricación, la instalación y la puesta en servicio de las centrales nucleares.

Estas primeras normas se desarrollaron para sectores en que los costes potenciales asociados a los fallos de productos podían ser enormes. El requisito de que los proveedores de estos sectores adoptaran sistemas de calidad formalizados era el medio más eficaz para minimizar los riesgos de fallo de los equipos.

Cuando las ventajas de los sistemas de calidad empezaron a apreciarse, tanto por parte de los clientes (pues aseguraban la entrega de mercancías que se ajustaban a las especificaciones) como por parte de los proveedores (pues mejoraban la satisfacción de los clientes), se reconoció la necesidad de una norma para sistemas de calidad que pudiera ser utilizada por la industria en general.

Esto condujo al desarrollo de la norma BS5750, en 1979. Esta norma se basaba en gran medida en la serie de normas AQAP de la OTAN. En un principio, sólo un número relativamente pequeño de empresas (principalmente manufactureras) fueron homologadas según la norma. La importancia creciente de la calidad como base de la ventaja competitiva ha conducido a un incremento rápido del número de empresas que han solicitado la homologación según la norma BS5750. También existe una conciencia creciente de su aplicación a los sectores de servicios.

En 1987, una serie de países ratificaron un acuerdo en el que reconocían una norma internacional para sistemas de calidad, la serie ISO 9000. Equivale directamente a la serie británica BS5750 (1987), y es reconocida por todo el mundo.

Esta racionalización de las normas nacionales para sistemas de calidad es un paso clave hacia la retirada de barreras al libre comercio. La norma ISO 9000, basada todavía en gran medida en la serie de la OTAN, incluye una serie de normas, adecuadas cada una de ellas a una actividad empresarial diferente. Van desde la ISO 9001 para empresas que fabrican y diseñan productos, hasta la ISO 9003, para los distribuidores.

Dado que estas normas se tienen que aplicar a una amplia variedad de empresas industriales y comerciales, sus requisitos están expresados en términos generales.

### 1.3.3 - LA NORMATIVA ISO

ISO significa igualdad o normalidad, y coincide con las siglas de la Organización Internacional de Normalización (Internacional Standard Organization). La serie de normas ISO 9004 es el resultado del trabajo iniciado en 1979 de uno de los Comités Técnicos de la citada Organización, para armonizar la entonces naciente actividad en materia de la aplicación de la Calidad, teniendo en cuenta su necesidad de standardización.

En definitiva, la serie ISO 9004 representa la suma de cinco estándares genéricos susceptibles de ser aplicados tanto por el sector industrial como por el de servicios:

***La ISO 9004 esté destinada a proporcionar las directrices para la implantación de la Calidad por la propia empresa a nivel interno.***

ISO - 9004 - 4	Guía para la Mejora de la Calidad.
ISO - 9004 - 5	Guía para la gestión del proyecto
ISO - 9004 - 6	Guía para Planes
ISO - 9004 - 7	Gestión Configuración

**Algunos mitos a desmentir:\*****1. Las empresas registradas sólo pueden tratar con otras empresas igualmente registradas :**

Una empresa registrada no está de ningún modo obligada a tratar con cualquier empresa, registrada o no. Es absoluta responsabilidad de cada empresa el practicar una adecuada gestión de proveedores y el asegurar que los productos comprados sean de la calidad adecuada.

Sin embargo, es un hecho bien conocido que las empresas registradas prefieren tratar con otras empresas registradas porque de este modo consiguen reducir el tiempo de gestión y el coste.

**2. El sistema produce un dramático aumento del papeleo de la empresa :**

Son muy pocas las empresas en que se ha producido realmente un incremento de papeleo a causa de la introducción del sistema ISO 9004. Lo que ocurre es que muchas empresas advierten que las notas "informales" de complemento de las disposiciones de los contratos , que antes se consideraban aceptables, desempeñan mejor su misión cuando están formalizadas y correctamente archivadas .

La introducción del Sistema de Garantía de Calidad ha tenido en realidad la consecuencia de formalizar métodos ya existentes que frecuentemente funcionaban con un escasísimo nivel de eficiencia. Son los métodos que estaban anteriormente en operación y no el sistema de G.C. los que tienen la culpa del incremento de papeleo.

**3. La Norma ISO sólo es adecuado para grandes empresas :**

Los estándares de G.C. no contemplan el tamaño de la empresa, ya sea esté considerado basándose en la facturación o en el número de empleados, y actualmente hay en el mundo muchas empresas de todos los tamaños que están aplicando con éxito el sistema ISO 9004.

---

\* INTERNET; Rampey y Roberts, 1992; Total Quality Forum

#### 4. La Norma ISO no es adecuada para empresas de servicios :

Como ya se ha visto anteriormente, los estándares evolucionaron originalmente a partir de las necesidades de la industria de fabricación , y la fraseología de los estándares está más orientada hacia productos tangibles , tales como coches , que hacia servicios invisibles, como los que puede ofrecer una empresa de asesoría de dirección por ejemplo.

A diferencia de las empresas de fabricación, donde el producto ofertado suele ser un producto producido en masa, las empresas de servicios se concentran en ofrecer productos que suelen estar muy estrictamente adaptados a los requerimientos específicos de los clientes.

Sin embargo, todas las empresas ofertan productos, lo único que cambia es sencillamente la forma del producto, y los estándares pueden interpretarse fácilmente en términos convenientes para una empresa de servicios.

Las normas ISO - 9004 se reconocen más cada día como símbolos de calidad tanto en la industria como en los servicios. La certificación de la calidad es ahora virtualmente obligatoria en algunos sectores, y es un factor potencialmente decisivo en la adjudicación de contratos y en la captación de clientes. El primer sistema de gestión de la calidad data de 1963: Es una norma militar americana que se titula "Military specification, quality program requirements". Este sistema se convirtió en la base de todas las normas que fueron apareciendo desde entonces.

Básicamente, las normas ISO-9004 tratan de evitar la falta de conformidad del producto en todas las etapas del proceso de producción, desde el diseño hasta el servicio posventa.

Los objetivos secundarios son:

- Especificar los requisitos de los sistemas de calidad
- Proporcionar una base de referencia para los contratos entre proveedor y comprador
- Permitir a cualquier tipo de empresa el establecimiento por escrito de un sistema de gestión de la calidad práctico y claro

- Proporcionar un medio para determinar con exactitud la capacidad de un proveedor potencial
- Elevar los niveles de calidad promoviendo ésta como arma competitiva

Esta capacidad se fundamenta en la presencia de una prueba concluyente de la existencia de:

- Métodos de trabajo , procedimientos y sistemas claros
- Sistemas de comunicación claros
- Delimitación clara de las responsabilidades
- Documentación clara de todos los procedimientos y sistemas
- Control de la documentación y procedimientos claros para cambiarla
- Formación adecuada en cuanto a técnicas de trabajo y gestión de la calidad

La normatividad es un tema que debe profundizarse en los proyectos de alta inversión económica y que a su vez tienen un valor agregado a futuro en los sectores sociales beneficiados a largo o corto plazo, pero la visión debe ser facilitar la tarea con una Gestión Diligente de Calidad, deteniéndose cuando lo necesita el proyecto, seguir cuando el impase sea resultado y comprobado en dirección a la garantía de la calidad en la integridad del proyecto.

El estado peruano adopta normas de todos los países por partes y no vemos la convergencia y las leyes para licitar y contratar son contradictorias, no las trabajamos para tenerlas de acuerdo a la realidad social, cívica y cultural del País.

---

## **Capítulo 2: INFORMACIÓN TÉCNICA SOBRE EL PROYECTO**

---

En el siguiente capítulo se presentara los diferentes datos que encierra el estudio sobre el proyecto en cuestión, y nos limitaremos a seleccionar lo más resaltante e importante del Resumen presentado en los Anexos de cada estudio.

La información oficial en mención que se mostrará a continuación es la recabada de la institución Provias Nacional, la cual contiene información sobre el estudio original del año 1995 y la actualización del año 1998 y al evaluación del Pavimento del año 2002, se presentara en este capítulo mostrando lo más resaltante para los fines de nuestra investigación. Según el estudio Integral del Pavimento, elaborado por la Oficina de Control de Calidad de la Dirección General de Caminos en Abril del año 2002, el resultado final demostró que hubo fallas aproximadamente al medio año de puesta la Carpeta Asfáltica; esta presentó fallas, mayormente de tipos longitudinales, bloque y ramificado.

Se tomará en cuenta la información técnica de los estudios pre-proyecto y pos-proyecto, en los diversos años que se elaboraron, para analizar contrastando y llegando así a puntos claros; los estudios que analizaremos serán de suelos para base, sub-base además del diseño de pavimento que incluyen la rugosidad, tráfico y estructura del pavimento, y todos aquellos factores que afectaron al buen resultado de la obra. Es importante mencionar y resaltar que nuestro aporte será, en el aspecto administrativo de la construcción, en la propuesta de la Gestión de Calidad para mitigar los costos de No Calidad en esta carretera y que podría proyectarse para los futuros proyectos de esta índole, proponiendo un control más general desde la concepción del proyecto y asegurando los buenos resultados de Calidad de las Obras de Pavimentación.

A continuación presentaremos los aspectos más resaltantes de los estudios en mención:

<b>1995</b>	<b>Estudio de Factibilidad e Ingeniería de la Carretera YURA PATAHUASI SANTA LUCÍA</b>
<b>1998</b>	<b>Actualización del Estudio del año 1995</b>

## 2.1 - ESTUDIO 1995

### MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

#### Generalidades

##### **Antecedentes**

El Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, dentro del Programa de Rehabilitación y Construcción de carreteras, a través de la Dirección General de Caminos; ha considerado la ejecución de las obras de rehabilitación a nivel de asfaltado de la CARRETERA AREQUIPA – JULIACA, Sector Yura – Patahuasi.

##### **Introducción**

La carretera Arequipa – Juliaca, dentro del sistema vial nacional ruta 30-A tiene importancia decisiva, más aún cuando dentro de los programas inmediatos de reconstrucción y pavimentación se vienen ejecutando los estudios definitivos de los tramos Yura-Patahuasi y Patahuasi-Santa Lucía, lo que hace que las condiciones de transporte y demás beneficios que generará sean superiores para todos los centros poblados que se encuentran dentro de su radio de acción.

##### **Ubicación**

El tramo Yura - Patahuasi de la carretera Arequipa – Juliaca, objeto del presente estudio, se encuentra ubicado en el distrito de Yura, Provincia, Departamento y Región Arequipa; se desarrolla en una longitud de 53.420 Km., comprendida entre las localidades de Yura (Km. 0+000), que es el punto de inicio del tramo y Patahuasi (Km. 53+420.20), que es el punto final del mismo. El proyecto se desarrolla en la Cordillera de los Andes, sobre alturas que oscilan entre 2,651 y 4,047 metros sobre el nivel del mar.

##### **Estado Actual de la Carretera**

El Estudio Definitivo de Ingeniería que se presenta es el resultado de la alternativa de factibilidad elegida entre la vía Arequipa – Paty - Santa Lucía -



Juliaca, que es la vía existente y la vía Arequipa – Yura – Sumbay - Santa Lucía - Juliaca, que es la vía futura.

Actualmente el tramo de la carretera en estudio, es una vía de servicio pavimentada en sus primeros 11 Km., y en los siguientes 42 Km. Afirmada en regular estado de conservación, que en general tiene una buena orientación como ruta y que posee una sección transversal que varía de 7.50 m a 10.00 m de ancho.

Atraviesa zonas muy accidentadas en un 60%, ondulada en un 12% y planas en un 28%, que no tienen problemas de erosión superficial, salvo localizaciones muy puntuales. Carece de un adecuado drenaje en pequeños tramos en los que se diseñaron variantes con el objeto de mejorar sus condiciones de seguridad y de diseño geométrico, incluyendo una revisión de curvas horizontales, pendientes y radios.

El proyecto propicia el **desarrollo industrial, agropecuario comercial y turístico** de la zona, teniendo presente su cercanía a la fábrica de Cemento Yura, las políticas gubernamentales en su **intención de ampliar las fronteras agrícolas y ganaderas y el interés turístico** que despiertan los departamentos de Arequipa, (Cañón del Colca) y Puno (Lago Titicaca).

La vía en estudio se enmarca dentro de polos de atracción comercial, turística, industrial y social de la Sierra Sur del país, los cuales requieren de un **transporte rápido, seguro, y cómodo** que permitan reducir los costos de operación y de mantenimiento tanto del transporte pesado como del ligero en beneficio de usuario, lográndose una considerable reducción de tarifas y fletes.

### **Desvíos**

A lo largo del recorrido de la ruta en estudio se encuentran dos desvíos: el primero de ellos, ubicado en el primer kilómetro, conduce al Balneario de Yura mediante una vía asfaltada; el segundo, ubicado en el Km. 13, conduce a la Comunidad de Quiscos – Uyupampa mediante una trocha carrozable.

## Especificaciones Técnicas para el Diseño

Se ha tratado de mantener hasta donde ha sido posible y compatible con la economía del proyecto e importancia de la vía las especificaciones técnicas para el diseño contenidas en las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras aprobada por Resolución Suprema 0016-68-FO/OA del 16.09.68 y los términos de referencia fijados para el Concurso de Méritos, habiéndose concluido en las siguientes:

*	Tipo de carreteras	:	2da. Clase
*	Velocidad directriz	:	40 Km. /h
*	Pendiente mínima normal	:	0.5 %
*	Pendiente máxima normal	:	0.6 %
*	Pendiente máxima excepcional	:	7.0 %
*	Radio mínimo normal	:	60 m.
*	Radio mínimo excepcional	:	45 m.
*	Peralte de curvas en función de la velocidad directriz.		
*	Sobre ancho en las curvas de función de la velocidad directriz.		
*	Ancho de explanaciones	:	8.85
*	Ancho de la superficie de rodadura	:	6.60
*	Berma Km. 00+000 – Km. 30+000.00	:	0.75
	Km. 30+000 – Km. 53+420.20	:	1.20
*	Cunetas, según Normas Peruanas para zona lluviosa		
*	Bombeo	:	2 %
*	Taludes de corte, según tipo de terreno.		
*	Taludes de relleno	:	1:1.5
*	Espesor de base granular	:	0.20 m.

## Obras de Arte y Drenaje

### Climatología e Hidrología

El clima es variado en la región, con una temperatura media mensual de 13° C, la zona presenta una precipitación promedio anual de 306.5 mm., con lluvias frecuentes entre los meses de Noviembre a Abril.

### Alcantarillas

Se ha proyectado la infraestructura necesaria para asegurar un buen drenaje transversal y longitudinal en base a alcantarillas y cunetas. En el tramo en

estudio, existen alcantarillas de diferentes secciones. Todas ellas de tubo metálico corrugado (TMC), que totalizan 62 unidades, de las cuales 23 de ellas requieren de limpieza, 9 de ellas ampliación y 8 de reemplazo de sus muros cabezales. Adicionalmente se han proyectado 50 alcantarillas TMC nuevas.

### **Muros**

Se ha proyectado muros de sostenimiento de concreto armado en las secciones requeridas. Las dimensiones y ubicación se indican aparte en la relación de muros.

### **Cunetas**

En todas las zonas de corte, se han proyectado cunetas para la evacuación de las aguas de escorrentía con sus salidas mediante alcantarillas de concreto armado. Las cunetas deberán construirse en todas las secciones en corte de la vía y deberán ser revestidas en concreto en los lugares cuya pendiente es superior al 4%.

### **Estudio de Suelos**

Luego de haber materializado en el terreno el tramo de carretera especificado, se realizó un reconocimiento general de los suelos que cubren el ancho de la plataforma; examinando las zonas en que ha sido construida en corte y en las que lo han sido en relleno; apreciando los tipos de material que prevalecen; los puntos en donde se producen variaciones fundamentales de los materiales; estabilidad de la estructura vial, verificación de asentamientos en las áreas atravesadas por alcantarillas u obras de drenaje; existencia de afloramientos de agua en o en los márgenes de la carretera; tramos donde emerge la roca, vegetación existente y otros aspectos igualmente importantes.

Se procedió entonces a efectuar las investigaciones de campo que por comprender diferentes objetivos se ha dividido en 5 puntos:

- \* Estudio del pavimento actual.

- \* Estudio de suelos del afirmado actual y de la sub-rasante.
- \* Estudio de canteras a lo largo de la ruta y en zonas alejadas de ella.
- \* Identificación de áreas por las que atraviesa la carretera con posibles problemas de inestabilidad de taludes.
- \* Ubicación de fuentes de agua.

### **Estudio de Canteras**

Antes de definir las posibles áreas de préstamo de materiales, tanto para la construcción de terraplenes y para la estructura del pavimento, como para la fabricación de concreto para las obras de arte y para las mezclas asfálticas, se llevaron a cabo varios viajes de reconocimiento tanto en las zonas vecinas a la carretera como en las alejadas de ella.

Se han evaluado varios bancos de materiales y determinando que tres de ellos han sido calificados como canteras explotables para el abastecimiento de agregados para concreto de cemento Pórtland y material granular para la base y concreto asfáltico.

### **Estudios de Tráfico**

- o Se han realizado conteos de tráfico en la garita de Peaje de Yura, ubicada a la altura del Km. 1 + 620, por un período de tres días consecutivos, habiéndose determinado un promedio diario de 304 unidades vehiculares que transitan por la vía en estudio.
- o El 70.4% de los vehículos que transitan la carretera son vehículos pesados, cuyas capacidades de carga varían alrededor de las 20 Tn; siendo éstos de 3 ejes.
- o El 29.6% de los vehículos que transitan la carretera actual en servicio, son livianos.

### **Señalización**

- El estudio de señalización ha comprendido el diseño, metrado, presupuesto y especificaciones de construcción para la señalización tanto vertical como horizontal, para la Carretera en estudio.
- Los lugares donde se colocarán las señales y los detalles de señalización se indican en los planos respectivos.
- El diseño de la señalización que se presenta en este estudio se ha efectuado de acuerdo a las disposiciones contenidas en el manual de Señalización editado por el MTCC.
- Se han tomado en cuenta, los aspectos de seguridad para disminuir los accidentes de tránsito, ubicando las guardavías necesarias, considerando el incremento de la velocidad de diseño por el mejoramiento de la superficie de rodadura.

### **Análisis de Precios Unitarios**

#### **Costos Directos**

En la elaboración y cálculo de los costos unitarios de cada partida, se ha tratado de establecer el valor que representa la ejecución de dicha partida en obra. Para lo cual se han escogido rendimientos de equipo y personal acordes con la localización y las condiciones climatológicas de la zona del proyecto, así como de las características técnicas el mismo.

Todos los costos de materiales, equipo y mano de obra han sido considerados al 31 de diciembre de 1994. En el Volumen 3, denominado COSTOS Y PRESUPUESTOS, se incluyen los costos unitarios de éstos tres factores para la fecha señalada.

#### **Costos Indirectos**

Los costos indirectos, están constituidos por los Gastos Generales y por la Utilidad bruta del Contratista.

2.2 - ESTUDIO 1998

PLANO DE UBICACIÓN



## GENERALIDADES

En virtud del contrato de consultoría No. 004 – 97 – MTC/15.02. PERT 04/PCVS y de acuerdo a los términos de referencia, V.C.H.I. S.A. Ingenieros Consultores ha elaborado la actualización Técnico – Económica del estudio definitivo de la carretera Yura – Patahuasi comprendido entre los Km. 0+000 – Km.53 + 336.

En los trabajos desarrollados se han corregido los metrados de explanaciones, obras de arte y drenaje los cuales ya se encuentran incluidos en las partidas del presupuesto, esta corrección se debe a que en los años 96-97 se ejecutaron trabajos de movimientos de tierra como obras de arte y drenaje que origino la variación integral de lo indicado en el estudio original.

En el tramo comprendido entre el Km. 0+000 al Km. 11+000 la base granular es recuperable en un 70%, por tanto en los metrados de esa partida que se presenta se ha considerado solamente el 30% del metrado real.

Así mismo se han corregido y aumentado algunas partidas el presupuesto, análisis de precios unitarios y especificaciones técnicas, los cuales se corresponden estrechamente y están compatibilizados entre si, en procedimientos constructivos, métodos de medición, bases de pago, etc. Los costos de mano de obra, materiales, equipo y otros insumos que intervienen en los análisis de precios unitarios están referidos a precios de enero de 1998.

En el cronograma de ejecución de obras; además del plazo efectivo de ejecución se ha **considerado un periodo de tres meses adicionales**, por restricciones que pueden existir para el normal desarrollo de las obras, tales como lluvias o condiciones climáticas adversas, dificultades de acceso a ciertas áreas de trabajo; por lo que el plazo de obra se ha determinado en 450 días calendarios, incluyendo el periodo adicional de tres meses.

## ESTADO ACTUAL DE LA VÍA

La carretera Yura – Patahuasi – Santa Lucia, tramo I Yura – Patahuasi, es una vía que se encuentra en servicio pero a un nivel considerablemente bajo; con pavimento deteriorado en sus primeros 11 Km. Y afirmada en regular estado de

conservación en los siguientes 42.336 Km., tiene una sección transversal que varía de 7.50 metros a 10.00 metros de ancho. Atraviesa zonas muy accidentadas en un 60%, ondulada en 12% y planas en 28%, que no tienen problemas de erosión superficial, salvo localizaciones muy puntuales.

La vía en actualización de estudio se enmarca dentro de los polos de atracción comercial, turística, industrial y social de la sierra sur del país, que requieren de un transporte rápido, seguro y cómodo que permitan reducir los costos de operación y de mantenimiento tanto de transporte pesado y ligero en beneficio del usuario lográndose una considerable reducción de tarifas y fletes.

### **SECCIÓN TÍPICA DE LA VÍA**

Este numeral se refiere a los planos que acompañan al proyecto, estos pueden verse en la sección de anexos; solo se han considerado algunos de referencia para la demanda de nuestra investigación, ya que el estudio original tiene más 100 planos que detallan todo el largo del kilometraje estudiado.

### **REVISIÓN DE LOS ESTUDIOS DE GEOLOGÍA, GEOTÉCNICA, SUELOS Y CANTERAS**

Después de haberse efectuado una revisión de los antecedentes del estudio original y de un minucioso reconocimiento de comprobación de toda la zona del proyecto, se confirma el contenido de los estudios de geología, geotecnia, suelos y canteras.

### **CONDICIONES DE EXPLOTABILIDAD DE CANTERAS**

La ubicación y distancias de las canteras ya definidas en el estudio original, son las mismas y mantienen sus condiciones de explotación. Estas canteras abastecerán materiales para la base granular, terraplenes, obras de arte, obras de concreto y para mezclas asfálticas



## REVISIÓN DE DISEÑO DEL PAVIMENTO

Después de haberse efectuado la revisión del diseño y comprobado in situ el estado actual de la vía se confirma el diseño del pavimento efectuado en el estudio original, puntualizando el cambio de la superficie asfáltica existente entre el Km. 0 +000, y el Km. 11+170 de la cual se considera aprovechable la base granular; demoliéndose y eliminándose la superficie de rodadura existente.

### Diseño de Mezcla Asfáltica

Para el diseño de la combinación de agregados de las mezclas asfálticas, se recomienda utilizar un tamaño máximo de 1/2" y una gradación de acuerdo a las especificaciones SUPERPAVE. La determinación del óptimo contenido de bitumen, se deberá efectuar considerando los siguientes criterios:

- a. El máximo peso unitario de la mezcla compactada.
- b. Un porcentaje de vacíos de aire igual a 2%.
- c. Una fluidez de 4 mm. (16x10 pulg.).

El cemento asfáltico a emplearse será del tipo 85-100, la temperatura de calentamiento del asfalto, no será mayor de 140° C, sin embargo, la temperatura de calentamiento en obra se establecerá en función de la carta Viscosidad vs. Temperatura. Se utilizará filler de aportación, siempre y cuando los materiales naturales, sean deficientes en la fracción menor de 75 micrones. En lo posible no se empleará arena a una temperatura tal, que no haya necesidad de "tiempos de espera" antes del inicio de la compactación.

No deberá manipularse la mezcla, una vez colocada en pista (rastrillado). Cualquier problema de acabado deberá corregirse a nivel del diseño de la gradación de agregados. Deberá verificarse, igualmente, que el origen de los

problemas de acabado de la carpeta, no se encuentren en la esparcidora o en planta (segregación).

El cálculo de vacíos en la mezcla asfáltica, deberá efectuarse considerando el peso específico efectivo de los agregados, para lo cual se deberá contar, en el laboratorio de planta, con un equipo para la ejecución del Ensayo Rice (AST D-2041). No deberá procederse con ningún trabajo relacionado con mezclas asfálticas, mientras no se cuente con dicho equipo. Una vez que la carpeta asfáltica se encuentre concluida, se deberá efectuar ensayos para el control de la rugosidad, para lotes no menores de 5Km. de longitud. Calculada la rugosidad característica (Rs) total, deberá verificarse que esta no sea mayor de 2IRI.

Asimismo, se deberán efectuar ensayos de deflexiones, a fin de verificar la capacidad estructural del pavimento, tanto a nivel de subrasante, como a nivel de la carpeta asfáltica. Se puntualiza que la estructura del pavimento estará compuesta por una capa de concreto asfáltico de 2" en caliente y una capa de base granular de 8" de espesor colocada sobre la subrasante compactada y aprobada por la Supervisión.

Entre el Km. 44 + 800 y el Km. 47 + 200, se colocará sobre la subrasante una capa anticontaminante de material granular y permeable de 8" de espesor; que permitirá el desplazamiento de las posibles aguas temporalmente almacenadas originadas por las precipitaciones pluviales.

Desde el Km. 00 + 000 hasta el Km. 30 + 000, el ancho superficial de la vía será de 8.10 mts incluyendo 0.75 mts de berma lateral asfaltada a cada lado de la vía. Desde el Km. 30 + 000 hasta el Km. 53 + 336, el ancho superficial de la vía será de 9.00 mts incluyendo 1.20 mts de berma lateral asfaltada a cada lado de la carretera. En ambos casos el ancho de la superficie de rodadura según el proyecto original es de 6.60 mts.

La demarcación longitudinal sobre el pavimento se efectuará en el eje y en los bordes; debiendo medirse transversalmente 3.30 m desde el eje a ambos lados de la vía para obtener una distancia de borde a borde de 6.60 m; que corresponden al ancho de la superficie de rodadura. En las curvas horizontales se obtendrán mayores anchos debido a los sobre anchos que le corresponda a cada curva.

El tipo de pavimento diseñado para el tramo I de la carretera, así como su dimensionamiento, ha dependido con diversos grados de incidencia, de varios factores que de una u otra forma afectan su comportamiento dentro del periodo útil en que la Servicialidad deba mantenerse dentro de los valores límites que significan seguridad y comodidad; los factores analizados en el estudio original fueron: Aspectos geotécnicos y de suelos; características planialtimétricas de la vía; particularidades de tránsito; niveles de conservación y riesgos de congelamiento.

El tramo final de la carretera entre el Km. 40 + 000 al Km. 53 + 336 se encuentra sobre los 4000 m.s.n.m. si bien en algunas épocas del año, la temperatura desciende por debajo de los 0°C particularmente en las noches y en los sectores mas altos, no se dan periodos sostenidos de esas temperaturas que propiciarían el proceso de congelamiento; por tanto el agua incorporada a las capas componentes del pavimento no llegaría al punto de congelamiento.

Pero es necesario entonces darle la debida importancia al tipo y composición de los materiales granulares que van de la granulometría prevista.

La carretera Yura - Patahuasi; se inicia en una altitud de 2651 m.s.n.m. en Yura y termina en 4047 m.s.n.m. en Patahuasi; en Patahuasi; en la zona de pampa blanca se presentan problemas de drenaje derivados por la horizontalidad de la pampa y por la altitud de la zona y para el mejoramiento y protección del tramo de la vía comprendida entre el Km. 44+800 y el Km.

47+200, se ha considerado el uso del Manto Geotextil tipo B, que se colocará sobre la capa anticontaminante compactada y aprobada por la supervisión.

## OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

Se ha revisado el expediente técnico, del estudio referente a las obras de arte y drenaje, compatibilizándolo con las obras existentes, tomándose datos reales de sus dimensiones, ubicaciones y estado actual de las mismas que se indican aparte en relación de alcantarillas y muros de sostenimiento de concreto armado.

En todo el tramo de la carretera, no existen puentes ni pontones; los cursos de agua originados por las precipitaciones pluviales que cruzan la carretera son encauzados y derivados a través de alcantarillas metálicas corrugadas tipo ARMCO de diferentes diámetros. Se confirma una vez más el diseño hidráulico de las estructuras de drenaje y alcantarillas indicados en el estudio original.

## ZONAS DE MEJORAMIENTO DEL TERRENO EXISTENTE

En la zona de la laguna Pampa Blanca Km.44+800 – 47+200 se presentan problemas de drenaje derivados por la horizontalidad de la pampa, en caso de una tormenta extraordinaria esta puede producir almacenamiento de aguas superficiales de corta duración; el mejoramiento y protección de la vía en esta zona se obtendrá:

- a. Elevando la cota de la subrasante, de acuerdo a los niveles que se indican en los perfiles longitudinales de la vía.
- b. Colocando una capa anticontaminante y permeable de 20cms, sobre la subrasante compactada la cual permitiría el desplazamiento de las aguas temporalmente almacenadas.
- c. Instalando drenes sub-superficiales para proteger la estructura del pavimento a base de tuberías de cemento de 8" simplemente unidas

transversalmente al eje de la vía y espaciados cada 50 mts; según lo indicado en el plano n° YP-004.

## VERIFICACIÓN DE TALUDES

Se realizó recorridos por todo el tramo de la vía; analizándose los macizos rocosos y las formaciones principales, que fueron cortadas para dar paso a la carretera, apreciándose en algunas zonas en las que como producto de la exposición al intemperismo, se ha producido un ligero aflojamiento superficial sobre los planos de juntas, generando una disgregación final de fragmentos.

Existen recomendaciones para el tratamiento de los taludes en zonas específicas, derivadas del estudio geológico y de suelos; estas son: la construcción de muros de contención, desquinche manual, tendido de taludes, la construcción de banquetas y zanjas de coronación.

En algunas zonas críticas podrían estabilizarse taludes con el uso de concreto proyectado (Shotcrete), previa evaluación in-situ y aprobación por la Supervisión; los tramos que podrían requerir tratamiento especial son los que se indican:

Kilometraje		Longitud m	Ancho m	Altura m
Km.	Km.			
12+560	12+700	140.00	3.00	0.20
13+710	13+800	90.00	5.00	0.20
15+920	15+940	20.00	5.00	0.30
27+100	27+160	60.00	4.00	0.20
29+380	29+430	50.00	5.00	0.30
Total		360.00		

**Tabla 2-1: Tramos a tratar talud con Shotcrete**

## RELACIÓN DE TALUDES PARA DESQUINCHE MANUAL

Kilometraje		Longitud	Ancho	Altura
Km.	Km.	m	m	m
2+820	2+880	60.00	4.00	0.20
3+300	3+380	80.00	4.00	0.30
3+540	3+600	60.00	5.00	0.20
4+030	4+110	80.00	4.00	0.20
4+130	4+200	70.00	3.00	0.30
4+460	4+560	100.00	4.00	0.20
4+590	4+740	150.00	3.00	0.30
5+180	5+300	120.00	3.00	0.20
5+320	5+470	150.00	4.00	0.20
5+630	5+800	170.00	3.00	0.20
6+160	6+220	60.00	5.00	0.30
6+320	6+600	280.00	3.00	0.20
6+940	7+060	120.00	3.00	0.20
7+200	7+300	100.00	4.00	0.20
7+440	7+640	200.00	3.00	0.20
7+900	8+040	140.00	4.00	0.20
8+260	8+500	240.00	3.00	0.20
8+600	8+660	60.00	4.00	0.30
9+100	9+220	120.00	4.00	0.20
9+360	9+560	200.00	3.00	0.20
9+640	9+670	30.00	4.00	0.30
9+740	9+800	60.00	3.00	0.30
9+870	9+960	90.00	3.00	0.30
10+180	10+330	150.00	3.00	0.30
10+400	10+760	360.00	2.00	0.20
12+560*	12+700	140.00	3.00	0.20
12+880	13+110	230.00	3.00	0.20
13+360	13+470	110.00	4.00	0.20
13+520	13+680	160.00	4.00	0.20
13+710*	13+800	90.00	5.00	0.20
14+020	14+070	50.00	4.00	0.30
14+220	14+230	10.00	5.00	0.30
15+920*	15+940	20.00	5.00	0.30
19+370	19+450	80.00	4.00	0.30
19+540	19+700	160.00	3.00	0.20
19+760	19+880	120.00	3.00	0.20
19+980	20+140	160.00	3.00	0.20
27+100*	27+160	60.00	4.00	0.20
27+210	27+300	90.00	4.00	0.30
29+380*	29+430	50.00	5.00	0.30
29+580	29+720	140.00	4.00	0.20
29+930	30+110	180.00	3.00	0.20
<b>TOTAL</b>		<b>5100 ML</b>		

**Tabla 2-2** (\*) Tramos que podrían requerir tratamiento especial.

**RELACIÓN DE MUROS****RELACIÓN DE MUROS EXISTENTES**

Nº	PROGRESIVA	TIPO	LONGITUD
1	Km. 12 + 900 – Km. 12 + 952	M5	52.00
2	Km. 13 + 020 – Km. 13 + 081	M5	61.00
3	Km. 13 + 952 – Km. 13 + 976	M7	24.00
4	Km. 14 + 360 – Km. 14 + 430	M5	70.00
5	Km. 19 + 333 – Km. 19 + 352	M4	19.00
6	Km. 19 + 503 – Km. 19 + 514	M5	11.00
7	Km. 19 + 680 – Km. 19 + 690	M4	10.00
8	Km. 20 + 068 – Km. 20 + 088	M4	20.00

**Tabla 2-3****RELACIÓN DE MUROS PROYECTADOS (NUEVOS)**

Nº	PROGRESIVA	TIPO	LONGITUD
1	Km. 04 + 660 – Km. 04 + 680	M2	20.00
2	Km. 05 + 110 – Km. 05 + 120	M2	10.00
3	Km. 13 + 520 – Km. 13 + 680	M1	160.00
4	Km. 14 + 800 – Km. 14 + 810	M2	10.00
5	Km. 17 + 060 – Km. 17 + 070	M2	10.00
6	Km. 19 + 530 – Km. 19 + 540	M2	10.00
7	Km. 30 + 640 – Km. 30 + 670	M2	30.00
8	Km. 31 + 020 – Km. 31 + 070	M5	50.00
9	Km. 34 + 720 – Km. 34 + 730	M5	10.00
10	Km. 36 + 740 – Km. 36 + 760	M2	20.00

**Tabla 2-4****TRATAMIENTO DEL IMPACTO AMBIENTAL**

El Contratista, deberá tener presente las normas de comportamiento y los lineamientos básicos para realizar un manejo ambiental adecuado durante la construcción de la carretera; la necesidad del mismo se debe a los impactos ambientales que se presentan en la ejecución de caminos. Entre estos impactos pueden citarse los efectos directos sobre el medio físico, representados en gran medida en la desestabilización de los taludes e interrupciones del drenaje entre otros.

Se buscará siempre minimizar los efectos de la construcción sobre el ambiente, bajo la supervisión de un representante ambiental del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.

El contratista deberá procurar producir el menor impacto ambiental durante la construcción, sobre los suelos, cursos de agua, calidad del aire organismos vivos y comunidades indígenas y demás asentamientos humanos.

Es responsabilidad de las Compañías Contratistas, conocer los lineamientos ambientales emanados por la Dirección General de Medio Ambiente del Ministerio; así como los de cumplir con todas las leyes, reglamentaciones y demás normas vigentes emanadas por las diferentes autoridades ambientales.

Los daños a terceros causados por incumplimiento de éstas normas, son responsabilidad de los Contratistas, quienes deberán recuperarlos a su costo, las compañías harán divulgación del contenido de las normas de comportamiento a sus trabajadores por medio de conferencias, avisos informativos y preventivos sobre los asuntos ambientales.



## 2.3 - ESTUDIO DE EVALUACIÓN 2002

### ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

El presente estudio fue realizado por la Oficina de Control de Calidad de la Dirección General de Caminos, evaluando el sector comprendido entre los Km. 25+000 – Km. 46+000, a solicitud del Ministerio de Transportes por las fallas prematuras que presentó al poco tiempo de uso, los resultados se presentan en el siguiente resumen.

Los trabajos de pavimentación realizados por la asociación de las empresas constructoras GUTSA – ARAMSA y supervisados por la Asociación HIDROSERVICE – HOB PROYECTO YURA, han sido los indicados en el Estudio desarrollado por la firma Consultora VICTOR CHAVEZ IZQUIERDO S.A. En dicho Estudio se planteó la ejecución del siguiente paquete estructural: Capa de Base Granular de 20 cm y Carpeta Asfáltica en Caliente de 5 cm, que posteriormente fue modificado a la siguiente estructura: Capa de Base Granular de 25 cm y Carpeta Asfáltica en Caliente de 9 cm.

### CONCLUSIONES

#### Evaluación Superficial

##### Relevamiento de Fallas

- No se observaron fallas de asentamientos, levantamientos, ondulaciones, baches
- El fisuramiento que se presenta consiste en fisuras tanto longitudinales como transversales, así como en bloque y piel de cocodrilo, las que están en proceso de evolución permanente.
- Las fisuras longitudinales y transversales, se deben mayormente a juntas de construcción inadecuadamente trabajadas.

- No existe bombeo de materiales finos de la base granular a través de las fisuras.
- Las fallas se inician en la superficie asfáltica y van progresando de arriba hacia abajo (mecanismo de falla que se produce generalmente cuando la capa asfáltica a perdido la temperatura apropiada durante el proceso de compactación), observando actualmente hasta un espesor máximo de 20 mm, espesor que irá en progreso hasta llegar a la base granular.
- La rapidez de evolución de fallas (en poco más de un año de servicio, ya presentan fallas de tipo 2, 4, 6, y 8, de magnitudes E, M y S), además de otras causas (defectos constructivos y fatiga térmica), es atribuible a una deficiencia estructural; ya que desde este punto de vista, las fallas se caracterizan por su evolución mas o menos rápida; y cuando evoluciona hacia un grado de magnitud mayor, generalmente da lugar a una falla de tipo múltiple o falla combinada, siendo muy difícil que lo haga manteniéndose dentro de su tipo.

### **Medición de la Rugosidad**

- En la toma de medidas de rugosidad del pavimento no se considera el sector comprendido entre las progresivas Km. 37+000 – Km. 42+200, por encontrarse sellado y arenado, circunstancia que distorsionaría los cálculos.
- De los valores encontrados de IRI, se establece que el valor medio de ambos carriles y cada uno de ellos se encuentra en el orden de 3 m/Km., superando lo establecido para pavimento nuevos de superficie asfáltica (2.5 m/Km.).
- Con los valores medios de IRI se efectuó al calculo de Índice de Serviabilidad Presente de la vía encontrándose que para el carril Derecho el Índice de Serviabilidad Presente es de 2.93, para el Carril Izquierdo es de 2.92 y considerando ambos carriles el Índice de Serviabilidad presente es de 2.92, en consecuencia de acuerdo a estos

valores determinados se establece que la transitabilidad del pavimento se encuentra en la condición de REGULAR.

### **Evaluación Estructural**

- Del análisis estadístico de las Deflexiones Máximas, se determinó cuatro sectores homogéneos:

Sector I	:	Km. 25+000 – Km. 30+500
Sector II	:	Km. 30+500 – Km. 39+800
Sector III	:	Km. 39+800 – Km. 43+700
Sector IV	:	Km. 43+700 – Km. 45+900
- Siguiendo los criterios establecidos por el Consorcio MTC – CONREVIAl, se determinó la deflexión característica para la totalidad así como también para cada uno de los sectores determinados.
- La Deflexión Admisible se calculó empleando el Tráfico de Diseño presentado por el Supervisor en el Informe N° 02: Diseño de Pavimento ( $EAL = 4.8 \cdot 10^6$ ) para un periodo de diseño igual a 10 años.
- Estableciéndose que la Deflexión Característica (actual y luego de dos años de tráfico) es mayor que la Deflexión Admisible (final del pavimento, luego del período de diseño: 10 años) lo cual evidencia una deficiencia estructural por inadecuada conformación de capas del pavimento.
- También se calcularon los Radios de Curvatura, siguiendo el criterio del Consorcio MTC – CONREVIAl, obteniéndose valores promedio y crítico menores de 200m, corroborando la existencia de una deficiencia estructural del pavimento por baja densificación de las capas subyacentes.
- Adicionalmente se efectuó el cálculo del refuerzo estructural necesario para que el pavimento actual alcance la deflexión (admisible) que debería tener dentro de 10 años, luego que ha transcurrido todo el tráfico proyectado; obteniéndose un espesor de 4.7 cm.

- Dicho espesor de refuerzo igual 4.7 cm. es mayor que la segunda capa de carpeta asfáltica que falta colocar (4 cm.); demostrando la **deficiencia estructural**, por la inadecuada conformación de las capas del pavimento, establecida mediante al análisis de la Deflexiones y Radios de Curvatura.

### Ensayos de Laboratorio

#### **Subrasante**

- De los resultados de ensayos correspondiente a la caracterización físico-mecánicas, se puede establecer los porcentajes de suelos y/o roca que existen como terreno de fundación de la carretera; los cuales presentan los porcentajes siguientes a lo largo del terreno de fundación:
 

Gravas (GM, GP-GM, GW-GM, GM-GC)	14%
Arenas (SC, SM, SP-SM, SW-SM)	86%
- De los Análisis Petrográficos se determina que entre el Km. 25+250 – Km. 28+550 el material de subrasante esta compuesto predominantemente por fragmentos de rocas ígneas, de naturaleza subvolcánicas (brechas andesíticas y andesitas) entre 10 – 100% y los de naturaleza piroclásticas y/o subvolcánica (tobas arenosas y areniscas tobáceas) varían entre 5-30%. Entre los Km. 30+500 – Km. 45+250, los porcentajes de fragmentos de naturaleza subvolcánica decrecen entre 70-30% y los de naturaleza piroclástica y/o volcánica sedimentaria varían entre 30-70% excepto entre las progresivas 35+250 y 35+750 donde se tienen entre 80-85% de fragmentos subvolcánicos y entre 15-20% de fragmentos de naturaleza piroclástica y/o volcánica-sedimentaria.
- Los CBRs de acuerdo a la Norma de Ensayo ASTM D-1883, se encuentran valores al 95% de la Máxima Densidad Seca se encuentran en el rango de: 24% a 45% y 100% de la Máxima Densidad Seca dentro de los valores de 33% a 74%
- También se efectuaron CBRs a la Densidad y Humedad In Situ, mediante la Metodología del Cuerpo de Ingenieros, compactando los moldes a

diferentes energías de compactación y humedad, los cuales fueron penetrados sin embeber; de los resultados obtenidos se establece que el valor mínimo de los CBR de la Subrasante en condiciones de campo son superiores a 45%.

- El Grado de Compactación alcanzados por la subrasante cumplen requerimientos de obra al ser superiores al 95% (Gráfico N° 01)

#### **Base Granular:**

- El espesor de la Base Granular cumplen con el espesor establecido en el Diseño del Pavimento (25 cm.)
- La Gradación, Constantes Físicas, Equivalente de Arena, Porcentaje de Partículas Chatas y Alargadas, Porcentaje de Caras de Fractura, Contenido de Sales Solubles del material de Base Granular cumplen con Especificaciones Técnicas.
- Del análisis Petrográfico Macroscópico se establece que entre el Km. 25+000 – Km. 41+750 el material de Base esta compuesto por fragmentos de rocas ígneas, de naturaleza subvolcánica (brechas andesíticas y andesitas) entre 75-90% y de naturaleza piroclásticas y/o volcánica-sedimentaria (tobas arenosas y areniscas tobáceas) entre 10-25%, excepto entre las progresivas Km. 33+350, Km. 36+000 y Km. 42+00 donde se tiene entre 30-35% de fragmentos de naturaleza subvolcánica y entre 45-70% de naturaleza piroclásticas y/o volcánica-sedimentaria. Entre el Km. 43+000 – Km. 46+000, el material de base se compone entre 60-70% de fragmentos de naturaleza subvolcánica y entre 30-40% de naturaleza piroclástica y finalmente en el Km. 46+250 el porcentaje de fragmentos subvolcánicos decrecen a 40% mientras los de naturaleza piroclástica y/o volcánica –sedimentaria aumentan a 60%; lo cual podría ser consecuencia del empleo de diferentes canteras.
- Los valores obtenidos de Abrasión estos se encuentran muy cercanos a superar el límite establecido por Especificaciones Técnicas, encontrándose un valor (Km. 25+000), fuera de Especificaciones de un

total de ocho ensayos correspondiente a las siguientes progresivas Km. 25+000, Km. 28+800, Km. 30+750, Km. 31+750, Km. 35+000, Km. 38+750, Km. 41+000 y Km. 44+300 (Grafico N° 2).

- El Grado de Compactación (54.1%) establecidos en la capa de Base Granular no cumplen Especificaciones Técnicas al ser inferiores al 100% y se encuentran ubicados a lo largo de todo el tramo, presentando una mayor concentración entre los Km. 25+000 – Km. 32+000 y Km. 40+250 – Km. 43+000 (Gráfico N°3).

### **Carpeta Asfáltica:**

- Durante el recorrido efectuado durante el Relevamiento de Fallas se apreció la Superficie de Rodadura áspera (porosa) en las siguientes progresivas: Km. 31+750, Km. 38+200, Km. 42+750; así como también durante la extracción de los testigos con diamantina se observó en algunos testigos, concentración del agregado grueso en la parte superior, fenómeno calificado como de Segregación consecuencia de un inadecuado proceso constructivo.
- Los resultados de Lavados Asfálticos establecen una elevada heterogeneidad en los Porcentajes de Cemento Asfáltico desde 5.4% hasta 7.9%; de los cuales el 65.8% no cumple con el Porcentaje requerido por el Diseño Marshall (Grafico N°4); estableciéndose que en su gran mayoría estos se encuentran en defecto; el escaso porcentaje de asfalto en la mezcla ha ocasionado la rigidez de la mezcla asfáltica.
- La granulometría de los agregados obtenidos de los Lavados Asfálticos (de los bloques de carpeta asfáltica) el 50% no cumplen con la gradación exigida por Especificaciones Técnicas. De los cuales el 45.5% presenta exceso de finos (material que pasa la malla N° 200) dado que supera el máximo exigido por Especificaciones Técnicas (material que pasa la malla N° 200 entre 4 y 10%).
- El porcentaje de vacíos del concreto asfáltico en su gran mayoría (57.1%) no cumple con Especificaciones Técnicas por ser mayores a 4%, valor

- requerido para mezclas asfálticas en zona de altura; indicativo de una baja densificación de la capa colocada, con el agravante que dicho exceso de vacíos genera la oxidación prematura del asfalto.
- Estos valores de Porcentajes de Vacíos de la mezcla asfáltica que supera el valor permitido para este tipo de mezcla colocada en altura, se encuentran ubicados a lo largo de todo el tramo (Grafico N°5)
  - Los Porcentajes de Vacíos presentan gran variación (0.80% - 11.20%); indicativo de un inadecuado proceso constructivo.
  - De los testigos extraídos con diamantina para efectuar los Grados de compactación de la Carpeta (84 en total) se determinó su espesor, estableciéndose que 41.7% no cumple con el espesor correspondiente a la capa asfáltica (5 cm.) y el 26.2% no supera el límite inferior permitido en el espesor de la carpeta asfáltica (4.7 cm.); valores que contribuyen a la deficiencia Estructural.
  - Los espesores de Carpeta Asfáltica que no cumplen con lo requerido se encuentran ubicados a lo largo de todo el tramo, concentrándose en los siguientes sectores: Km. 25+000 – Km. 31+250, Km. 34+500 – Km. 42+500 (Grafico N° 06).
  - El Grado de Compactación (45.2%) establecidos en la Carpeta Asfáltica cumplen Especificaciones Técnicas al ser inferiores al 98% y se encuentran ubicados a lo largo de todo el tramo, presentando una mayor concentración entre los Km. 25+000 – Km. 31+500 y Km. 37+000 – Km. 43+000 (Gráfico N° 07).
  - La presencia de altos porcentajes de vacíos (fuera de Especificaciones Técnicas) en la mezcla asfáltica, bajos porcentaje de contenido de asfalto, grados de compactación de la carpeta asfáltica menores a lo Especificado; producen una mezcla más susceptible al gradiente térmico.
  - Del análisis de los agregados recuperados (lavado asfáltico de los bloques de carpeta) se determinó que el porcentaje de caras de fractura cumple con Especificaciones Técnicas.

- Los resultados de los ensayos físicos efectuados al Cemento Asfáltico Recuperado de los bloques de carpeta asfáltica muestreada, se establece que el asfalto en Obra no presenta signos evidentes de sobrecalentamiento.
- Una de las características de la mezcla asfáltica empleada según los antecedentes presentados por el Contratista es la adición de Filler (2% de Cal Hidratada); característica que rigidiza aun más la mezcla asfáltica empleada.
- Los resultados obtenidos del Diseño Marshall efectuado con los agregados de la cantera ubicada en el Km. 39+500 sin la adición de Filler, demuestran que la mezcla asfáltica empleada es muy rígida, dado que el valor de Estabilidad se encuentra en el orden de 3400 Lb.
- Es necesario señalar que las bajas temperatura de la zona, es otro agente que suma rigidez a la carpeta asfáltica.
- En consecuencia dada las deficiencias en la producción y colocación de la mezcla asfáltica, en una capa delgada (< 5 cm.), han ocasionada una carpeta asfáltica frágil (propensa al fisuramiento prematuro).

## CONCLUSIÓN GENERAL

- La conjunción de las múltiples deficiencias constructivas arriba señaladas encontradas tanto en la capa de Base Granular como en la Carpeta Asfáltica (baja densificación, bajo porcentaje de asfalto de mezcla, rigidez alta de mezcla, etc.), distribuidas genérica y erráticamente, sumado a las condiciones del clima de la zona, han determinado el fisuramiento prematuro de la carpeta asfáltica.
- Adicionalmente cabe señalar que para zonas de altura no es recomendable la colocación de capas asfálticas delgadas; dadas que el clima severo tiende a enfriar la mezcla asfáltica, impidiendo la correcta densificación de la carpeta asfáltica



## CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS DEL DRENAJE

Como resultado de la evaluación efectuada del sistema de drenaje de la carretera Yura – Patahuasi (Km. 25+000 – Km. 46+000), se concluye lo siguiente:

- Las estructuras de drenaje transversal existente están conformadas por 45 alcantarillas (03 alcantarillas de marco de concreto y 42 alcantarillas de TMC), son de construcción reciente y se encuentran mayormente en buen estado; salvo algunas de ellas, que presentan deficiencias como socavación en los aliviadores, colmatación y fisuramiento de muros cabezales, este último con incidencia directa en la estabilidad de la vía ya que se da origen a lavados de finos por infiltración del flujo, por lo cual deben ser reparadas.
- En lo que respecta a las cunetas laterales existentes, las losas se encuentran en buen estado, salvo aquella que han colapsado por caída de roca y que actualmente son puntos de infiltración de flujo hacia el pavimento, los cuales deben ser reconstruidos.
- La capacidad hidráulica observada de las cunetas de coronación es suficiente, pero al estar el revestimiento inconcluso ocasiona erosión y/o socavación de taludes, por lo que se requiere su acabado definitivo.
- Durante los trabajos de prospección geotécnica (calicata hasta 1.50 m de profundidad) no se encontró niveles freáticos superficiales que comprometan la estructura del pavimento, más aún considerando que la evaluación se efectuó en el mes de marzo (temporada de lluvia); por lo que se puede afirmar que la incidencia de los flujos subterráneo en el deterioro del pavimento es irrelevante.
- Por lo expuesto se concluye que básicamente las fallas observadas en el pavimento son ajenos al sistema de drenaje vial existente.

---

## **Capítulo 3: BASE DE DATOS Y EVALUACIÓN**

---

### 3.1 - EVALUACIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

La clasificación y evaluación se basa en los datos del proyecto en estudio, teniendo presente que fue elaborado en el año 1995 contando con los estudios pertinentes, pero que fue actualizado en el año 1998 para la posterior construcción. Fue contratada la entidad con Asociación GUTSA CONSTRUCCIONES S.A. DE C.V. – ARAMSA CONTRATISTA GENERALES, ganador de la licitación Pública Internacional N° LPI-19-97MTC/15.02.PERT. 2da. Etapa, otorgándole la Buena Pro mediante Resolución Directoral N° 023-99-MTC/15.02.PERT.04 de la fecha 25.Mar.99, bajo el sistema de Precios Unitarios. Habiendo sido elaborado el Expediente Técnico de este Tramo por el Proyectista VICTOR CHAVEZ IZQUIERDO S.A. Ingenieros Consultores, a través del Contrato N° 004-97-MTC/15.02.PERT.04.

El 16.Abr.99, se celebró el contrato de Obra N° 043-99-MTC/15.02.PERT. 04-PCVS, por el monto de s/. 22'379,046.27 (Incl. IGV) con precios a Enero de 1998.

Debemos tener en cuenta que la empresa constructora del proyecto, que ganó la Buena-Pro, revisó el proyecto y mandó un informe sobre las condiciones de los estudios y de la obra después de la inspección ocular en el área del trabajo. Mostraremos los datos en los diversos trabajos en el proyecto marcando aquellos importantes tanto en los aspectos técnicos, constructivos y contractuales.

El Tramo I, fue ejecutado parcialmente, por el Contratista: Asociación GUTSA CONSTRUCCIONES S.A. DE C.V. – ARAMSA CONTRATISTA GENERALES, en el periodo del 01.jul.99 hasta 03.Abr.02; fecha en que el mencionado Contratista planteó a la Entidad la Resolución Administrativo del Contrato de ejecución de obra. Fue resuelto mediante Resolución Directoral N° 174-2002-MTC/15.02.PRT-PERT del 15.04.02, quedando consentida la Resolución del Contrato y estando pendiente de resolver en el CONSUCODE, la responsabilidad de las partes en la Resolución efectuada.

Durante la ejecución de la Obra se aprobaron y autorizaron los siguientes Presupuestos Adicionales y Deductivos de Obra, lo cual determino que el monto del Contrato Vigente a la Fecha de Resolución sea de S/. 33'282,466.75, (Inc. IGV) con precios a Enero-98.

### 3.2 - ANÁLISIS Y VERIFICACIÓN\*

#### ESTUDIO TOPOGRÁFICO

- **Revisión de la Poligonal correspondiente**, luego de la revisión efectuada a la poligonal del trazo, ejecutada por el Proyectista se puede afirmar los datos como correctos.
- **Evaluación de BM**, llegando al Km. 10+000 con diferencias del orden de 0.004m, del Km. 44+000 al Km. 53+000 con diferencias de 0.07m, pero en el primer tramo se consideran aceptables y que permitirán la ejecución de los trabajos sin contratiempos en lo que a cotas se refiere.
- **Revisión de Planos**
  - **Trazo en planta**, existen radios de curva menores a los establecidos por la Norma Peruana de Carreteras de 45m. En la Curva N° 91 progresiva Km. 25+660.62 se proyecta una de radio 42.20m y en la Curva N° 101 progresiva 28+494.30 se proyecta una de radio 40 para salvar un barranco en estado de desmoronamiento; luego de replanteo en campo, se ha podido determinar que corresponde a una erosión de aguas superficiales, producto de las lluvias de la zona y se trata de 3 sectores afectados, los que tienen alturas máximas de 4m, considerando que es necesario efectuar el trabajo de rehabilitación mediante los rellenos y que el encauzamiento de las aguas recibirá otro tratamiento (con cunetas revestidas), el trazado de esta curva con un radio de 45m es factible.

---

\* Albino García, Nicolás; Control de obra de la carretera – Yura – Patahuasi, tramo I: Yura –Patahuasi, Km. 00+000 – 53+336.35; TP 4045, Biblioteca FIC-UNI

- **Perfil Longitudinal**, el tramo comprendido entre las progresivas Km. 23+320 al Km. 23+540 L = 220m ha sido diseñado con una pendiente de 7.273%, que es superior a lo estipulado a las Normas (máx. 7%), aumentando la cota de inicio se llegaría, pero como implica mas costos se respetara el estudio ya que la diferencia no es muy marcada y la longitud es pequeña. Entre las progresivas Km. 45+160 al Km. 47+200 y de acuerdo con la sección típica en este sector se ha elevado la rasante en 0.55m.
- **Secciones Transversales**, la presencia de sectores donde la plataforma en actual servicio, no tiene el ancho suficiente, lo cual para ser rehabilitado necesita de terraplenes con o sin muros de contención. Existen sectores de la vía en cuyos bordes se aprecia los efectos erosivos de las aguas superficiales lo cual hace que se tengan anchos deficientes, para su rehabilitación será necesario construir terraplenes, a fin de lograr el ancho necesario.

**ESTUDIO GEOTÉCNICO**

- **Problemas de Estabilidad de cortes en rocas y suelos**, los cortes ya están construidos y en general se mantienen en buen estado, algunos muy pocos taludes presentan inestabilidad, consideramos:

**Normas Peruanas de Carreteras**

<b>CORTES</b>		<b>RELLENOS</b>	
<b>Roca Fija</b>	10V:1H	<b>Enrocado</b>	1V:1H
<b>Roca Suelta</b>	4V:1H	<b>Terrenos Varios</b>	1V:1.5H
<b>Conglomerados</b>	3V:1H	<b>Arena</b>	1V:2H
<b>Tierra Compactada</b>	2V:1H		
<b>Tierra Suelta</b>	1V:1H		
<b>Arena</b>	1V:2H		

**Tabla 3-1**

- **Cortes en Rocas Fijas y Rocas Seltas**, la mayoría de los cortes presentan pendientes de 60° a 75°, con buena estabilidad;

pero se puede mencionar que en épocas de lluvias pueden provocarse deslizamientos y pueden afectar al pavimento, se recomienda el desquinche manual en zonas mayores de 3-4m.

- **Cortes en Suelo**, en el primer caso, cortes con pendientes más pronunciados que el ángulo de buzamiento de las capas de los sedimentos son de baja estabilidad. Se recomienda reconformar completamente el talud en los casos ya ocurridos, según el ángulo de buzamiento, que es bastante tendido, haciendo la remoción de eventuales bloques colgados, marcado caso en el Km.19. En el segundo caso, la socavación de las rocas volcánicas por la erosión de la arena desconfiada y suelta, poco o no consolidada de la toba meteorizada, pone en riesgo una masa grande de material. Se recomienda hacer una contención al pie del corte donde se está socavando, con un muro de concreto de pequeña altura y relleno con bloques de roca hasta cubrir todo el material inestable de arena.
- **Problema de rellenos en fundación saturada**, es preocupante la posibilidad de que en épocas de lluvias la saturación pueda provocar acolchonamiento en la fundación y luego eventuales hundimientos en la superficie del pavimento. El diseño no prevé sub-drenes longitudinales para napa freática. Solamente en el tramo crítico entre Km. 44+800 y Km. 47+200, o sea en una longitud de 2400m, en la zona de la Laguna Pampa Blanca se prevé la elevación de la cota de sub-rasante y la base, la colocación de un geotextil entre estos dos materiales, y la instalación de drenes transversales de tubos de cemento de 8" de diámetro espaciados de 50m. La recomendación es:
  - Siempre que la construcción del relleno presente dificultades por acolchonamiento del terreno natural de fundación, que puede ocurrir en épocas de lluvias, es importante abrir zanjas o

trincheras para drenar la napa freática muy superficial, se recomienda hacer zanjas con profundidad de por lo menos 1,5m y un ancho de base de 1m apartado del pie de relleno unos 3 metros. Estas zanjas serían definitivas y controlarían la saturación de la fundación del relleno, llevándolas hasta una alcantarilla próxima. En caso de colocar sub-dren longitudinal donde la napa freática puede ser muy elevada en la estación de lluvias, este sub-dren debe ser hecho también previamente al relleno.

- En los casos puntuales de los Km. 44+800 y Km. 47+200, o sea en una longitud de 2400m, se recomienda emplear las indicaciones del ítem anterior y eliminar los drenes de tubo de concreto de 8" de diámetro, que cualquier arrastre de escorrentía puede taponearlos y la limpieza es muy difícil de realizar. Además debe hacerse el sub-dren longitudinal definitivo, aún cuando la napa freática es temporal, en los pocos meses de lluvias puede afectar el comportamiento del pavimento. La capa anticontaminante de 0.20m de espesor es buena y sirve como una capa de sub-base que ayuda estructuralmente al pavimento, y por lo tanto debe ser bien compactado. La elevación de la cota de sub-rasante también es una buena medida. El relleno debe tener un espesor de por lo menos dos capas bien compactadas.

- **Problemas de Drenaje**, en la protección de los Taludes de Relleno del tramo I hay algunos rellenos con altura mayor de 10m, donde el material de construcción previsto es una arena limosa o limo arenoso, con bajo porcentaje de gravas grandes; el diseño prevé la protección de los taludes de estos rellenos con capa vegetal.

El problema de este tipo de protección es el tiempo necesario para que la vegetación se consiga fijar y cubrir toda la superficie del talud, se recomienda poner en la parte superficial de los taludes, o sea en los bordes del relleno un material con alto contenido de gravas y bolones,

que tenga la propiedad de formar una capa de gravas y bolones protectora del talud después que la parte fina sea erosionada.

No hay necesidad de poner material solamente de bolones y/o gravas, que sería caro, un material de cantera que tenga alto contenido de gravas y bolones puede servir en su estado natural.

**ESTUDIO DE OBRAS DE ARTE**

Para la culminación de los planos de interpretación se ha realizado los artificios y suposiciones necesarios, con el criterio constructivo adecuado, debido a los datos faltantes, pero que no general problemas en los costos ni en los resultados finales para fines de servicialidad.

**Muros de Contención**

- De los Planos Estructurales, luego de la revisión se determino lo siguiente:
  - Estabilidad, en el cuadro se resume los resultados obtenidos a escala de los planos proporcionados:

Tipo	Altura	Cv (min. 2)	Cd (min. 1.5)	e (m)		T (Kg./cm2)	
				Diseño	e máx.	T1	T2
<b>M1</b>	1.80	1.60	1.09	0.20	0.13	0.87	-0.18
<b>M2</b>	2.15	1.67	1.12	0.22	0.16	0.95	-0.16
<b>M4</b>	2.75	1.75	1.18	0.26	0.20	1.15	-0.16
<b>M5</b>	3.00	1.74	1.13	0.28	0.22	1.16	-0.14
<b>M7</b>	3.65	1.90	1.24	0.31	0.27	1.38	-0.10
<b>M12</b>	5.20	1.98	1.27	0.39	0.38	1.78	-0.04
<b>M20</b>	7.60	2.16	1.39	0.55	0.55	2.54	0.07

**Tabla 3-2 : Estabilidad de Muros Cv y Cd, Normas.**

La mayoría de especificaciones de AASHTO y el ACI no son cumplidas por el diseño por lo que no se pueden aceptar.



- **Refuerzo de Acero Estructural**, se puede deducir que los diseños de aceros también son insuficientes y los elementos estructurales no soportaran la carga.

Se proponen nuevos muros de contención manteniendo las alturas del diseño pero cumpliendo con las normas.

- **De la inspección en obra**, se modifica el Muro, Km. 4+660 – Km. 4+680, de tipo M2 de 20 m, de longitud; de la inspección de obra se ha determinado que es necesario ampliar a una longitud total de 60m (Km. 4+620 – Km. 4+680). Muro, Km. 5+110 – Km. 5+130, de tipo M2 de 10 m, se ha determinado que es necesario ampliar a una longitud de 20 m y colocar el muro tipo M7 (Km. 5+110 – Km. 5+130). Muro, Km. 19+530 – Km. 19+540, de tipo M2 de ha determinado cambiarlo a tipo M5.

## LOS METRADOS

Los metrados fueron revisados en campo y en gabinete y se muestran adicionales que alteran los costos iniciales, esto se muestra en las siguientes tablas que se muestran las comparaciones.

La Primera Tabla muestra los adicionales que la empresa presenta de la obra ya adjudicada.

La Segunda representa el metrado propuesto en el estudio para al concurso.

DESCRIPCIÓN	MONTO
<b>OBRA PRINCIPAL</b>	<b>22,226,170.94</b>
MONTO INICIAL	19,493,919.33
ADICIONALES de Revisión	2,732,251.61
<b>ADICIONALES Y DEDUCTIVOS</b>	<b>10,903,420.48</b>
<b>CONTRATO VIGENTE (incl I.G.V.)</b>	<b>33,129,591.42</b>

*Tabla 3-3: Costo Total Obra al 2002*

**PRESUPUESTOS ADICIONALES Y DEDUCTIVOS APROBADOS Y AUTORIZADOS**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN		MONTO	R.D. APROBATORIA
1	Adicional Nº1	Mayores metrados por elevación de la subrasante en el Km. 44+800 Km. 47+200	276,882.49	R.D. Nº 126-99-MTC/15.02-PERT.04 del 06.Dic.1999
2	Deductivo Nº1	Menores metrados por elevación de la subrasante en el Km. 44+800 - Km. 47+200 (vinculados con el Adicional Nº1)	(338,518.98)	R.D. Nº 126-99-MTC/15.02-PERT.04 del 06.Dic.2000
3	Adicional Nº2	Mayores metrados en alcantarillas y zanjas de coronación	1,054,858.42	R.D. Nº 047-2000-MTC/15.02-PRT-PERT del 14.Feb.2000
4	Adicional Nº3	Mayores metrados del pavimento debido al rediseño con el método AASHTO-93 del Km. 37+000 - Km. 53+336	1,753,373.24	R.D. Nº 323-2001-MTC/15.02-PRT-PERT del 04.Oct.2001 de acuerdo son la resolución de Sub-Contralor Nº022-2001-CG del 11.Abr.2001
5	Adicional Nº4	Mayores metrados en obras de drenaje y muros de contención	513,887.38	R.D. Nº 268-2000-MTC/15.02-PERT del 08.Ago.2000
6	Adicional Nº5	Mayores metrados del pavimento debido al rediseño con método AASHTO-93 del Km. 0+000 - Km. 37+000 y definición de la mezcla asfáltica	6,950,644.19	R.D. Nº 173-2001-MTC/15.02-PRT-PERT del 28.May.2001 de acuerdo son la resolución de Sub-Contralor Nº022-2001-CG del 11.Abr.2001
8		Resolución Directoral Aprobatoria	7,837,675.62	R.D. Nº 074-2001-MTC/15.02-PERT del 05.Mar.2001
7	Adicional Nº6	Mayores metrados de la partida 6.00 Señalización	692,293.74	R.D. Nº 321-2001-MTC/15.02-PRT-PERT del 04.Oct.2001 de acuerdo son la resolución de Sub-Contralor Nº022-2001-CG del 11.Abr.2001

**Tabla 3-4**

### 3.3 - ANÁLISIS GRÁFICO

#### DATOS PRELIMINARES DEL DISEÑO

<b>Tipo de Carretera</b>	: 2da. Clase
<b>Velocidad directriz</b>	: 40 Km./hora
<b>Pendiente mínima normal</b>	: 0.5%
<b>Pendiente máxima normal</b>	: 6.0%
<b>Pendiente máxima excepcional</b>	: 7.0%
<b>Radio mínimo normal</b>	: 60 mts.
<b>Radio mínimo excepcional</b>	: 40 mts.
<b>Peralte de curvas</b>	: Según velocidad directriz
<b>Sobre ancho en las curvas</b>	: Según velocidad directriz
<b>Ancho de explanaciones</b>	: Variable
<b>Ancho de superficie de rodadura</b>	: 6.60mts.
<b>Bermas:</b>	
<b>a) Berma Asfaltada</b>	
<b>Km.00+000–Km. 30+000</b>	: 0.75 m
<b>b) Berma Asfaltada</b>	
<b>Km.30+000–Km.53+336</b>	: 1.20 m
<b>Cunetas</b>	: 0.60 m x 0.30 m
<b>Bombeo</b>	: 2%
<b>Taludes de corte</b>	: Según tipo de terreno
<b>Taludes de relleno</b>	: 1: 1.5
<b>Talud de pavimento</b>	: 1: 1.5
<b>Espesor de anticontaminante</b>	: 0.20m
<b>Espesor de base granular</b>	: 0.20m
<b>Espesor de carpeta asfáltica</b>	: 0.05m

**Tabla 3-6:** Albino García, Nicolás; Tesis: Control de obra de la carretera – Yura – Patahuasi, tramo I: Yura –Patahuasi, Km. 00+000 – 53+336.35; TP 4045, Biblioteca FIC-UNI

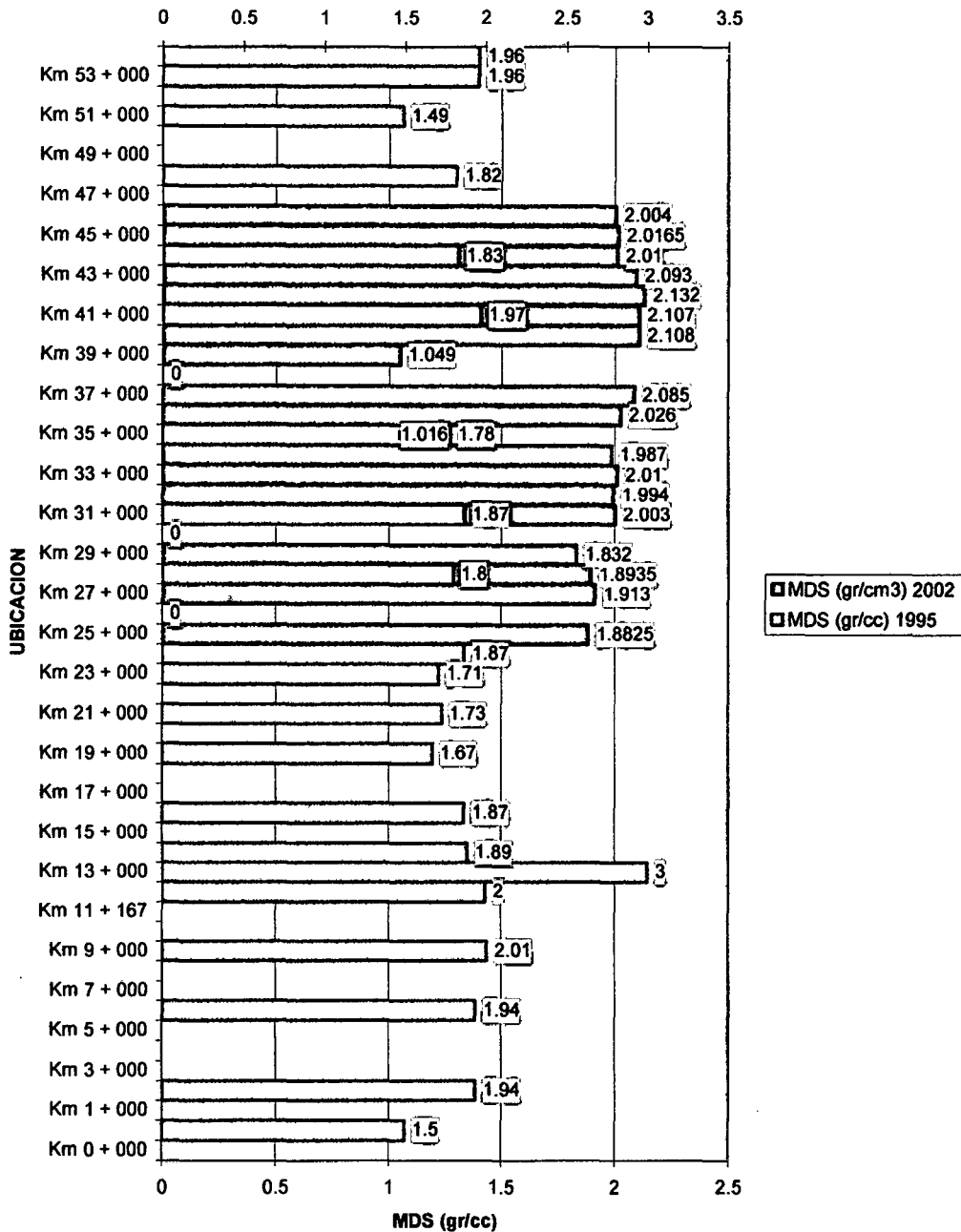
- La estructura del pavimento estará compuesta por una capa de concreto asfáltico de 2" y una capa de base de 8" de espesor colocada sobre la subrasante compactada.
- Tamaño máximo de 1/2" y una gradación de acuerdo a las especificaciones SUPERPAVE., un porcentaje de vacíos de aire igual a 2%. y una fluidez de 4 mm. (16x10 pulg.).
- El cemento asfáltico a emplearse será del tipo 85-100, la temperatura de calentamiento del asfalto, no será mayor de 140° C,

<b>Ancho de explanaciones</b>	8.85 mts
<b>Ancho de la superficie de rodadura</b>	6.60 mts
<b>Bermas</b>	0.75 – 1.20 mts
<b>Cunetas laterales</b>	Según Normas Peruanas para zona lluviosa.
<b>Peraltes y sobre anchos</b>	Con función a la velocidad directriz, <b>Según Normas Peruanas.</b>
<b>Taludes de cortes</b>	Según tipo de terreno.
<b>Taludes de relleno</b>	01:01.5

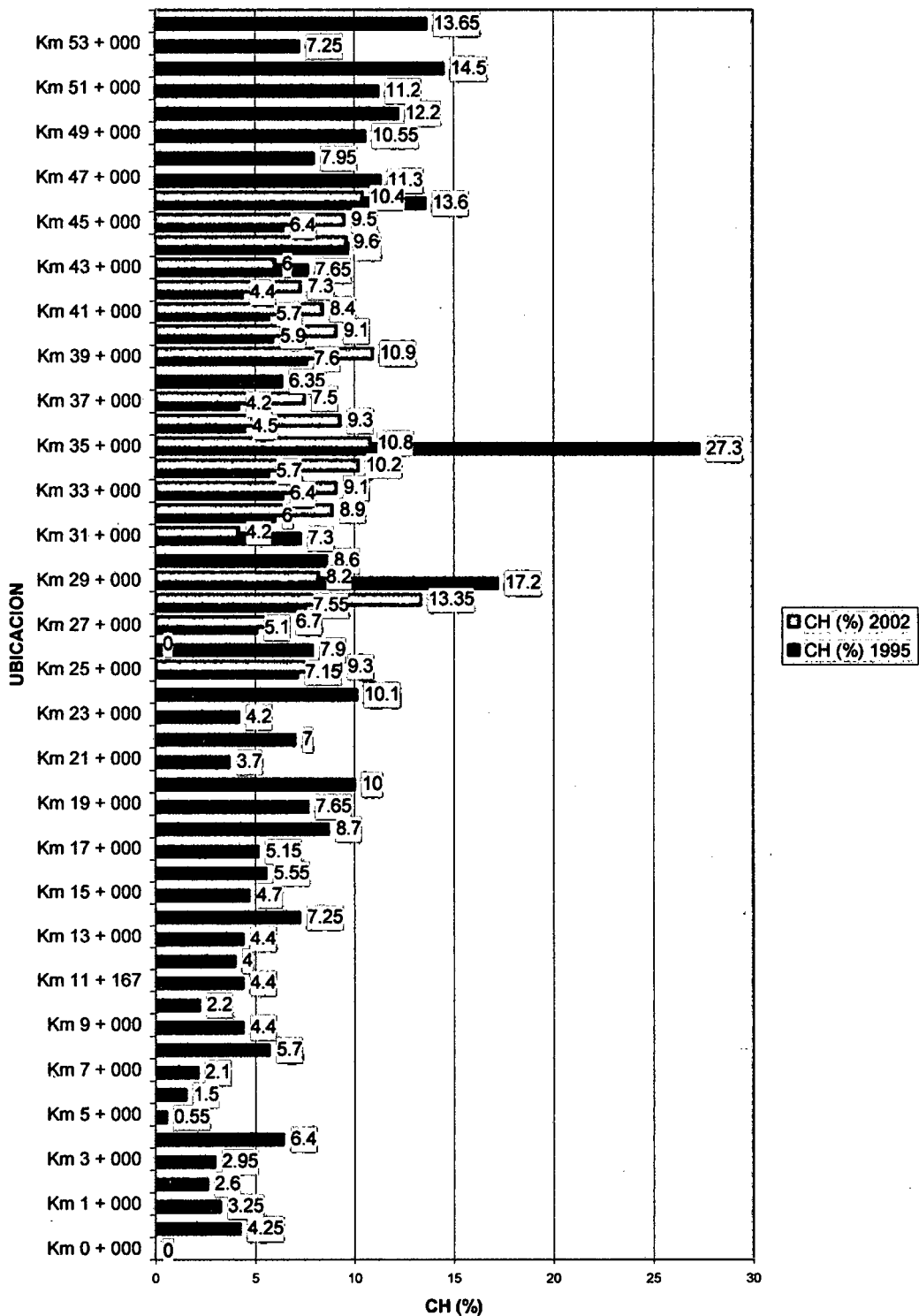
**Tabla 3-7: Detalles Técnicos de la Carretera.** Albino García, Nicolás; Tesis: Control de obra de la carretera – Yura – Patahuasi, tramo I: Yura –Patahuasi, Km. 00+000 – 53+336.35; TP 4045, Biblioteca FIC-UNI

**ENSAYOS DE SUELOS (Sub-Base)**

**GRÁFICO 3-1: COMPARACION DE MDS**



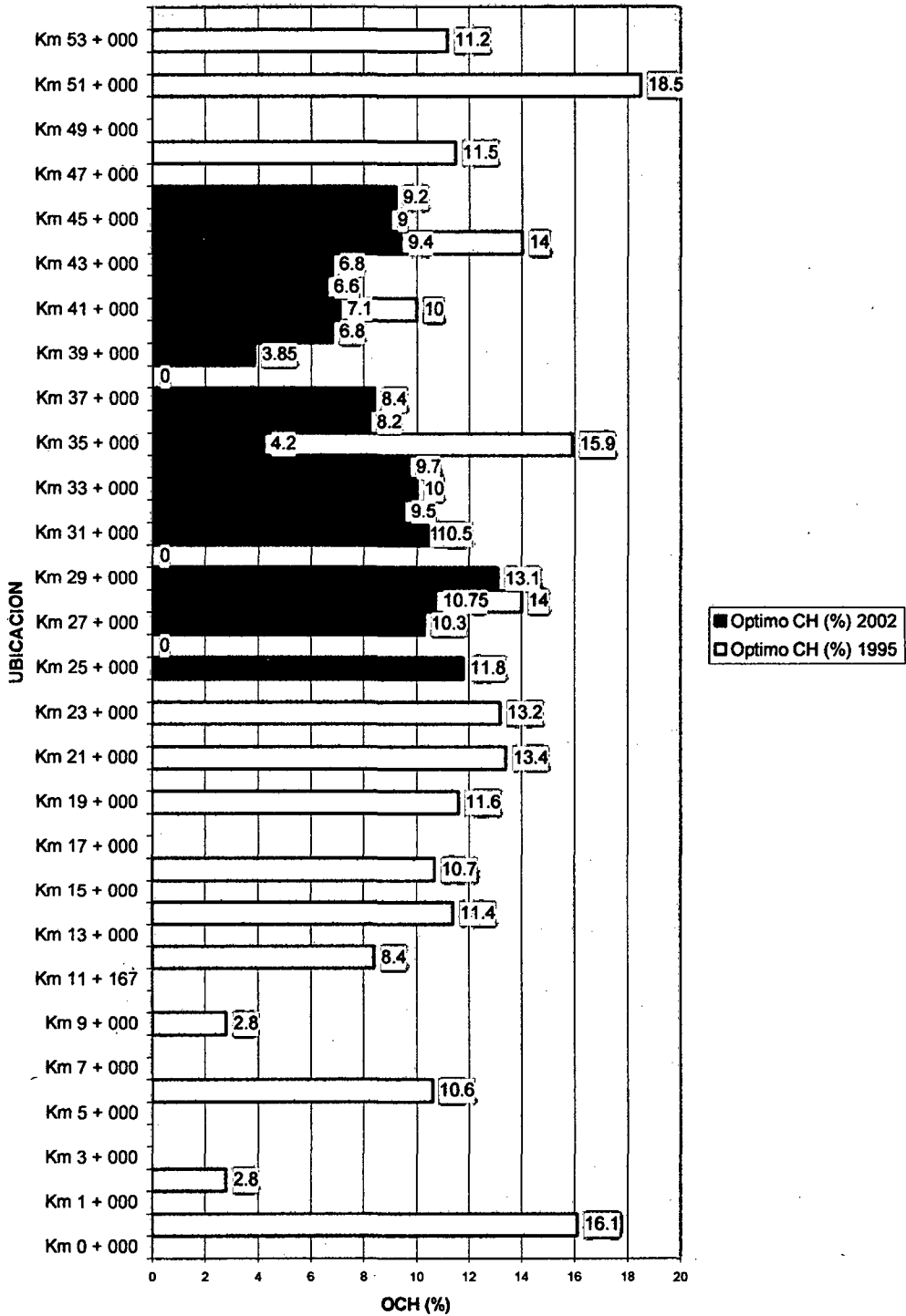
**GRÁFICO 3-2: COMPARATIVO DE CONTENIDO DE HUMEDAD**



Tesis: ESTUDIO DE CONTROL PARA MITIGAR LOS COSTOS DE NO CALIDAD (CNC) EN EL PROYECTO CARRETERA Yura-Patahuasi-Santa Lucía / TRAMO I- Yura Patahuasi Km.00+000-Km.53+000

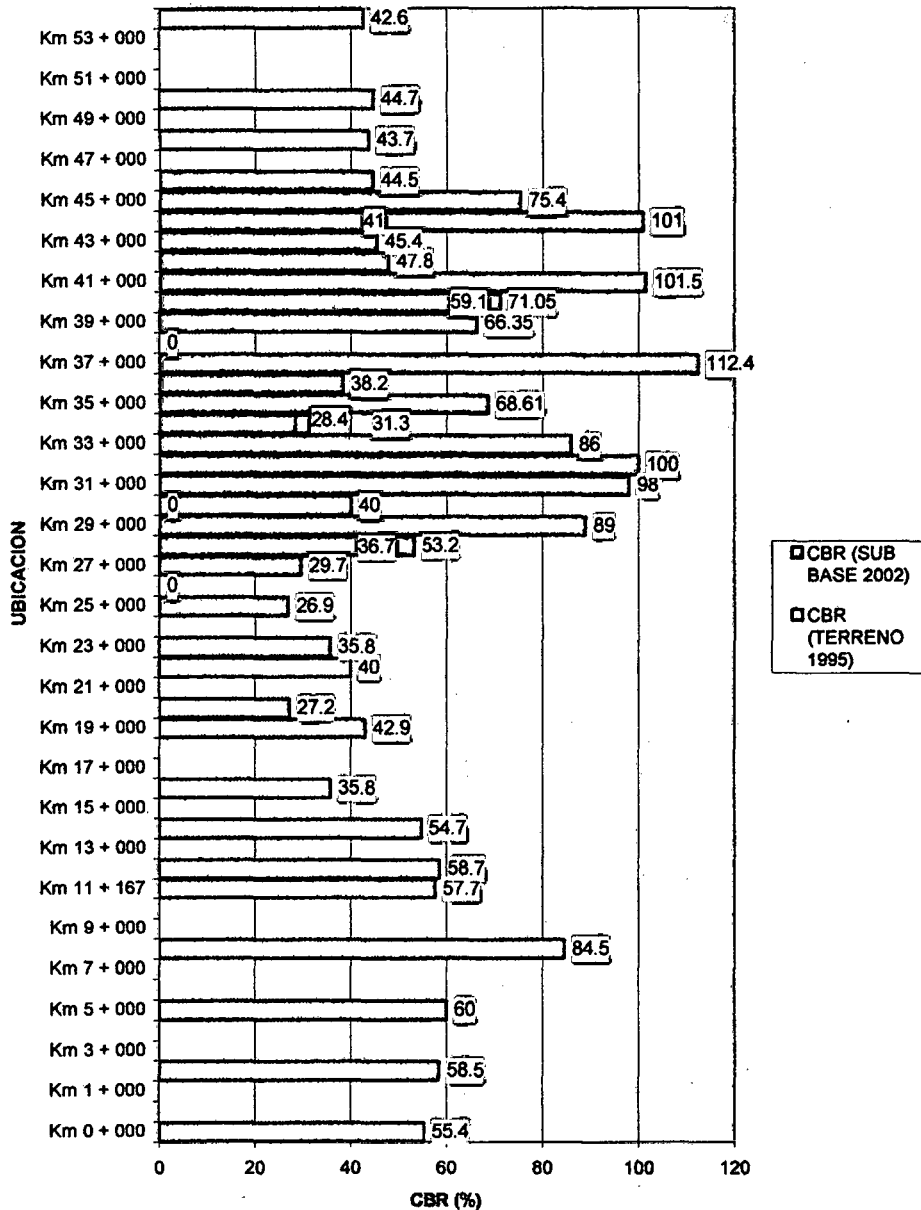
Autor: W. Martín Canales Ayala

**GRÁFICO 3-3: COMPARATIVO DE OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD**



En las comparaciones de mayor importancia resalta la de los valores de CBR que se muestran en la siguiente tabla, se nota una mejoría del terreno frente a los trabajos efectuados, pero muestra un decaimiento en los valores de CBR para la BASE GRANULAR.

**GRÁFICO 3-4: COMPARATIVO DE CBR**

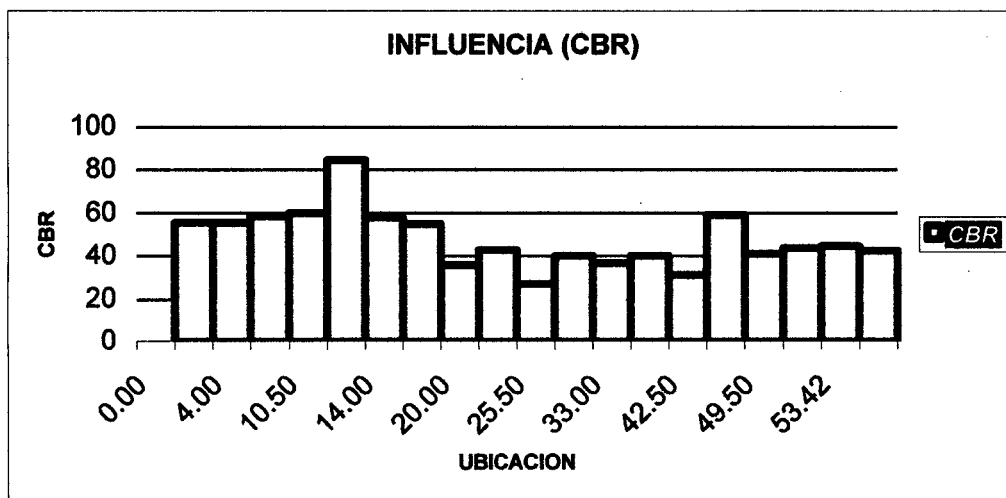


**Influencias para el terreno en la Sub-rasante (estudio 1995):**

Ubicación Km.	Influencia	Calicata Km. - Km.	CBR
0+500	0+000 - 1+250	C-0'	55.40%
2+000	1+250 - 4+000	C-2'	58.50%
6+000	4+000 - 7+500	C-6'	60.00%
9+000	7+500 - 10+500	C-9'	84.50%
12+000	10+500 - 13+000	C-12'	57.70%
14+000	13+000 - 14+000	C-14	54.70%
16+000	14+001 - 17+500	C-16'	35.80%
19+000	17+500 - 20+000	C-19'	42.90%
21+000	20+000 - 22+000	C-21'	27.20%
23+000	22+000 - 25+500	C-23'	40.00%
28+000	25+500 - 29+500	C-28'	36.70%
31+000	29+500 - 33+000	C-31'	40.00%
35+000	33+000 - 35+000	C-35'	31.30%
41+000	35+001 - 42+500	C-41'	59.10%
44+000	42+500 - 46+000	C-44'	41.00%
48+000	46+000 - 49+500	C-48'	43.70%
51+000	49+500 - 52+210	C-51'	44.70%
53+420	52+210 - 53+420	C-54'	42.60%

**Tabla 3-8**

**Representación Grafica**



**Gráfico 3-5**

Determinándose los siguientes valores

<b>Progresiva 00+000 a 14+000</b>	CBR = 50%
<b>Progresiva 14+001 a 35+000</b>	CBR = 30%
<b>Progresiva 35+001 a 53+420</b>	CBR = 40%

**Tabla 3-9 : Promedio por Sectores de la influencia**



**Tabla 3-10: Evaluación para las Canteras, Análisis Granulométrico (Ensayos de Estudio 1995)**

CANTERA	PROGRESIVA N°	MUESTRA N°	Análisis granulométrico por tamices, vía húmeda, ASTM-D-422 / Porcentaje Acumulativo que pasa en peso												
			1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	N°4	N°10	N°20	N°40	N°60	N°140	N°200
Yura	7+800	MA-1	98.25	91.83	87.92	81.21	74.36	68.14	58.75	45.47	32.22	21.72	16.55	9.24	7.30
La chingana	14+800	MA-2	98.06	91.82	86.08	76.72	70.60	61.72	54.81	37.43	24.74	16.10	11.22	5.18	3.61
La chingana	15+040	MA-3	94.96	92.57	82.43	75.54	71.31	64.70	59.30	43.27	30.87	21.50	15.34	8.54	6.50
La chingana	15+740	MA-4	96.58	92.86	91.04	86.00	82.04	76.96	72.14	57.72	44.68	33.70	24.69	13.56	10.52
La Inverna	23+650	MA-5	99.32	97.17	95.68	92.44	89.95	85.87	82.16	76.12	64.77	47.76	33.47	14.41	10.59
Qda. Honda	26+000	MA-6	98.80	97.78	96.47	93.04	90.73	87.40	84.52	71.84	62.15	50.58	38.75	19.28	14.65
Qda. Honda	27+740	MA-7	98.83	95.27	90.70	84.15	80.17	74.30	70.80	56.83	43.64	31.44	23.03	12.91	10.91
Las Calas	32+500	MA-9	100.00	98.25	96.87	92.02	87.78	80.63	74.91	59.31	48.71	39.64	32.28	18.43	13.68
El Abra	41+100	MA-10	100.00	98.99	98.28	96.76	95.43	92.02	87.88	70.66	61.32	49.24	37.55	21.52	18.19
Cañahuas	53+400	MA-11	93.06	82.77	80.54	70.30	63.74	52.63	45.88	33.37	25.90	19.50	12.33	4.34	3.16

**Tabla 3-11: Evaluación para las Canteras, CBR, Equivalente Arena (Ensayos de Estudio 1995)**

CANTERA	Calicata	Ubicación	CBR (95%)	Equivalente de Arena (%)	Abrasión Máq. Los Ángeles (Jun-95)	
					Grad. / N° Esf	%
1	C - 1	Km 5 + 500	75.8	79.60		
2	C - 1	Km 14 + 800	83.8	70.60		
3	C - 1	Km 15 + 100	67.8	66.00	Tipo D / 12	35.6
4	C - 1	Km 15 + 740	68.8	68.90		
5	C - 1	Km 23 + 650	74.7	67.00		
6	C - 1	Km 26 + 000	43.8	68.00	Tipo D / 12	31.20
7	C - 1	Km 27 + 740	52.9	60.00	Tipo D / 12	36.30
8	C - 1	Km 27 + 740	53.9	60.00		
9	C - 1	Km 32 + 500	43.3	37.00	Tipo D / 12	38.10
10	C - 1	Km 41 + 100	50.0	47.70		
11	C - 1	Km 53 + 420	30.0	63.70		

Tesis: ESTUDIO DE CONTROL PARA MITIGAR LOS COSTOS DE NO CALIDAD (CNC) EN EL PROYECTO  
CARRETERA Yura-Patahuasi-Santa Lucía / TRAMO I- Yura Patahuasi Km.00+000-Km.53+000

Autor: W. Martín Canales Ayala

### Requerimientos Granulométricos para Afirmado, NORMAS PERUANAS

Los agregados para la **construcción del afirmado** deberán ajustarse a alguna de las siguientes franjas granulométricas:

Tamiz	Porcentaje que pasa	
	A-1	A-2
50 mm ( 2" )	100	---
37.5 mm ( 1½" )	100	---
25 mm ( 1" )	90 - 100	100
19 mm ( ¾" )	65 - 100	80 - 100
9.5 mm ( 3/8" )	45 - 80	65 - 100
4.75 mm ( N° 4 )	30 - 65	50 - 85
2.0 mm ( N° 10 )	22 - 52	33 - 67
4.25 µm ( N° 40 )	15 - 35	20 - 45
75 µm ( N° 200 )	5 - 20	5 - 20

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste Los Ángeles: 50% máx. (MTC E 207)
- Límite Líquido: 35% máx. (MTC E 110)
- Índice de Plasticidad : 4 - 9 (MTC E 111)
- CBR (1) : 40% mín. (MTC E 132)
- Equivalente de Arena : 20% mín. ( MTC E 114 )

### Requerimientos Granulométricos para Base y Sub-Base Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 - 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm (N° 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2.0 mm (N° 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
4.25 µm (N° 40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 µm (N° 200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

- La curva de gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 m.s.n.m.

- La curva granulométrica SB-3 deberá usarse en zonas con altitud mayor de 3 500 m.s.n.m.
- Sólo aplicable a SB-1.

Además, el material también deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

**Ensayos Especiales Sub-Base Granular**

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento	
				< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Abrasión	MTC E 207	C 131	T 96	50 % máx	50 % máx
CBR (1)	MTC E 132	D 1883	T 193	40 % mín	40 % mín
Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	25% máx	25% máx
Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	6% máx	4% máx
Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	25% mín	35% mín
Sales Solubles	MTC E 219			1% máx.	1% máx.
Partículas Chatas y Alargadas (2)	MTC E 211	D 4791		20% máx	20% máx

El material de **Base Granular** deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que a continuación se indican:

<b>Valor Relativo de Soporte, CBR</b>	<b>Tráfico Ligero y Medio</b>	<b>mín. 80%</b>
	<b>Tráfico Pesado</b>	<b>mín. 100%</b>

**Tabla 3-12: CBR Mínimo**

**RESULTADOS:**

- Las Canteras N° 1,2 y 3 son canteras óptimas para su explotación, pero no se descarta la combinación de ellas dependiendo del lugar de trabajo o avance de obra, también la facilidad y la accesibilidad de los tramos. Se han podido combinar estas canteras con las otras que no cumplen las normas, pero todas debieron cumplir las normas arriba mencionadas finalmente.
- Los cuadros de comparación muestran diferencias entre el estudio antes de la ejecución del proyecto, y el estudio después de la construcción del

, mismo, lo que es predecible ya que el terreno tuvo tratamientos. Esto nos puede indicar que los ensayos mostraron datos reales y correctos, en cuanto al estudio no se observan deficiencia lo que excluye, a estos, de ser posibles causas de fallas en la estructura del pavimento.

### ESTUDIO GEOLÓGICO

Resumen mediante tablas y cuadros de los resultados en los estudios:

TALUDES DE CORTE	
CLASES DE TERRENO	TALUD V : H
Roca Fija	10:01
Roca Suelta	04:01
Conglomerados	03:01
Tierra Compacta	02:01
Tierra Suelta	01:01
Arena	01:02

TALUDES DE RELLENO	
MATERIALES	TALUDES V : H
Enrocado	1 : 1
Terrenos Varios	1 : 1.5
Arena	1 : 2

Relación de taludes para desquinche manual

Kilometraje		Longitud	Ancho	Altura
Km.	Km.	m	m	m
2+820	2+880	60.00	4.00	0.20
3+300	3+380	80.00	4.00	0.30
3+540	3+600	60.00	5.00	0.20
4+030	4+110	80.00	4.00	0.20
4+130	4+200	70.00	3.00	0.30
4+460	4+560	100.00	4.00	0.20
4+590	4+740	150.00	3.00	0.30
5+180	5+300	120.00	3.00	0.20
5+320	5+470	150.00	4.00	0.20
5+630	5+800	170.00	3.00	0.20
6+160	6+220	60.00	5.00	0.30
6+320	6+600	280.00	3.00	0.20
6+940	7+060	120.00	3.00	0.20
7+200	7+300	100.00	4.00	0.20
7+440	7+640	200.00	3.00	0.20
7+900	8+040	140.00	4.00	0.20
8+260	8+500	240.00	3.00	0.20
8+600	8+660	60.00	4.00	0.30
9+100	9+220	120.00	4.00	0.20
9+360	9+560	200.00	3.00	0.20
9+640	9+670	30.00	4.00	0.30
9+740	9+800	60.00	3.00	0.30
9+870	9+960	90.00	3.00	0.30
10+180	10+330	150.00	3.00	0.30
10+400	10+760	360.00	2.00	0.20
12+560*	12+700	140.00	3.00	0.20
12+880	13+110	230.00	3.00	0.20
13+360	13+470	110.00	4.00	0.20
13+520	13+680	160.00	4.00	0.20
13+710*	13+800	90.00	5.00	0.20
14+020	14+070	50.00	4.00	0.30
14+220	14+230	10.00	5.00	0.30
15+920*	15+940	20.00	5.00	0.30

19+370	19+450	80.00	4.00	0.30
19+540	19+700	160.00	3.00	0.20
19+760	19+880	120.00	3.00	0.20
19+980	20+140	160.00	3.00	0.20
27+100*	27+160	60.00	4.00	0.20
27+210	27+300	90.00	4.00	0.30
29+380*	29+430	50.00	5.00	0.30
29+580	29+720	140.00	4.00	0.20
29+930	30+110	180.00	3.00	0.20
<b>TOTAL</b>		<b>5100 m</b>		

(\*) Tramos que podrían requerir tratamiento especial.

**RESULTADOS:**

- Las pendientes propuestas en el estudio cumplen con aquellas establecidas en las normas y se pueden usar y descartar como posibles causas de falla en la estructura de Pavimento.
- Las zonas de desquinche no representan peligro de desmoronamiento ya que pueden hacerse bajo supervisión con protección y prevención para no dañar al personal de obra.

**MUROS NUEVOS**

Nº	PROGRESIVA	TIPO	LONGITUD
1	Km. 04 + 660 – Km. 04 + 680	M2	20.00
2	Km. 05 + 110 – Km. 05 + 120	M2	10.00
3	Km. 13 + 520 – Km. 13 + 680	M1	160.00
4	Km. 14 + 800 – Km. 14 + 810	M2	10.00
5	Km. 17 + 060 – Km. 17 + 070	M2	10.00
6	Km. 19 + 530 – Km. 19 + 540	M2	10.00
7	Km. 30 + 640 – Km. 30 + 670	M2	30.00
8	Km. 31 + 020 – Km. 31 + 070	M5	50.00
9	Km. 34 + 720 – Km. 34 + 730	M5	10.00
10	Km. 36 + 740 – Km. 36 + 760	M2	20.00

**ESTUDIO DE TRÁFICO**

<b>Tráfico ligero</b>	90 unidades	29.60%
<b>Ómnibus 2E</b>	46 unidades	15.13%
<b>Camiones 2-3 E</b>	105 unidades	34.54%
<b>Semi-Tráiler 2-3 S 2-3</b>	60 unidades	19.74%
<b>Tráiler 3T3</b>	3 unidades	0.99%

**RESULTADOS**

- Existe Tráfico Pesado, este factor es importante ya que en las Normas se exige un CBR de Base mínimo de 100 para este caso, en la revisión del año 2002 se muestra un deficiente CBR en las muestras de la Base:

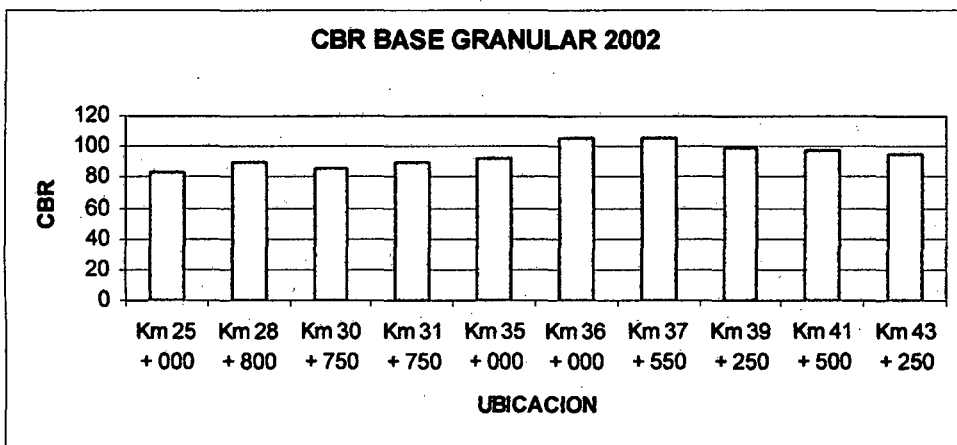


Grafico 3-6: CBR encontrado en la evaluación 2002

Esto sería una de las causas de la falla del Pavimento ante la carga de Tráfico Pesado que existe en la zona.

- El Diseño de fue cambiado posteriormente a: Capa de Base Granular de 25 cm. y Carpeta Asfáltica en Caliente de 9 cm. No se respetó en el tramo que se estudia del Km. 25-46, podemos ver en el Grafico N° 6 (Anexos), las notorias diferencias de espesor de Carpeta Asfáltica en este tramo; ninguna llega a 9cm y solo un 26% llega a 5cm. como lo indica la actualización del proyecto en el año 1998, esto se suma a las posibles fallas en la estructura del Pavimento.

Las Fallas encontradas son de **fisuramiento prematuro** en cuatro tipos:

*Longitudinales y transversales, Ramificado, En Bloques y Piel de Cocodrilo*; las posibles causas demostradas mediante estudios son:

- Los bajos CBR (menos de 100%) requeridos para tráfico pesados en Base Granular, esto a su vez puede suceder debido al mal diseño, o a la mala técnica en la preparación del material y su construcción, es decir, mal batido o batido insuficiente, no mejorándose el terreno de fundación en su mayoría de regular calidad "SM"; también puede ser que el material este contaminado e impuro haciendo al material ineficiente, ya que se

habría dejado la revisión del satisfacer los requerimientos de la granulometría adecuada.

- Otro motivo es la deficiencia en los espesores de la capeta asfáltica, esto puede ser causa de una mala nivelación del terreno, inadecuada compactación o material no homogéneo en la estructura del pavimento.

En cuanto a las Fisuras tipo **Piel de Cocodrilo**, tenemos las siguientes causas:

- Infra-diseño del pavimento
- Asfalto insuficiente envejecido
- Alta rigidez de la mezcla asfáltica
- Gradación de la mezcla asfáltica y aumento de carga de tránsito
- Deficiencia constructiva
- Tipo de asfalto

En cuanto a las Fisuras tipo **Longitudinal y Transversal**, tenemos las siguientes causas:

- Infra-diseño del pavimento, carga excesiva
- Espesor de pavimento insuficiente
- Mezcla asfáltica con exceso de finos
- Dosificación inadecuada para rangos de variación de temperatura
- Deficiencia constructiva
- Tipo de asfalto, porcentaje de vacíos inadecuado

Todos estos factores son consecuencia de la falta de una **Gestión de Calidad adecuada** para garantizar el trabajo final.

### 3.3.1 - FALLAS RELEVADAS EN OBRA

En el relevamiento de fallas fue efectuado por la Oficina de Control de Calidad del Ministerio de Transporte, y se registro el siguiente conteo de fallas por tipos, cada datos aquí presentado es resumen de la documentación encontradas en los archivos de Pro-Vías Nacional.

Clasificamos los cuatro tipos de fallas encontrados, se menciona que las fallas longitudinales y transversales fueron sumadas con las fallas lineales de eje de la carretera, ya que ambas son de igual unidad de medida.

Los Datos fueron relevados originalmente cada 100 metros y presentamos tablas visuales que puedan darnos una percepción visual de la gravedad del las fallas, estas fueron producidas al poco tiempo de entregada la obra.

El Cuadro de PORCENTAJE DE FALLAS DE FISURAMIENTO, se puede notar la exclusión de las fallas Longitudinales y transversales ya que no tienen la misma unidad de medida; pero notamos los porcentajes por área cuadrada de pavimento en las fallas Ramificadas, En bloque y Piel de Cocodrilo.

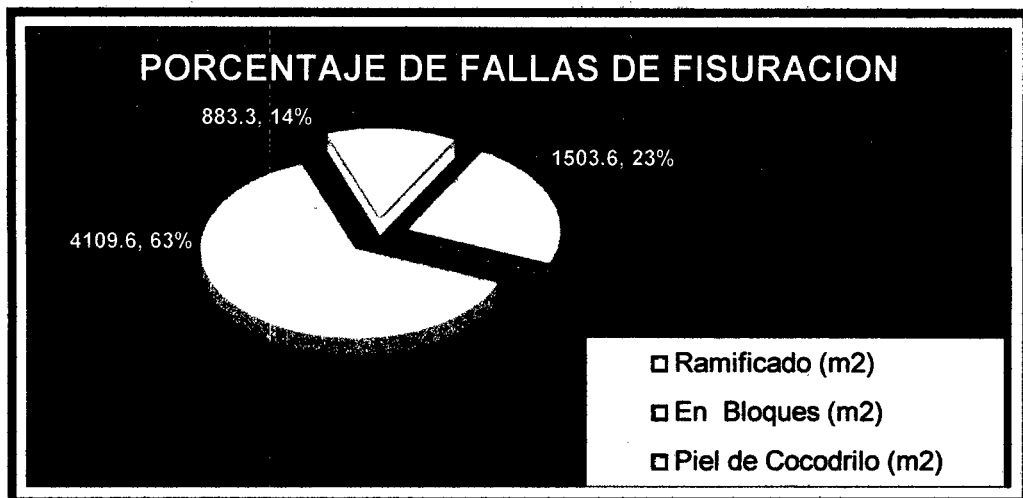


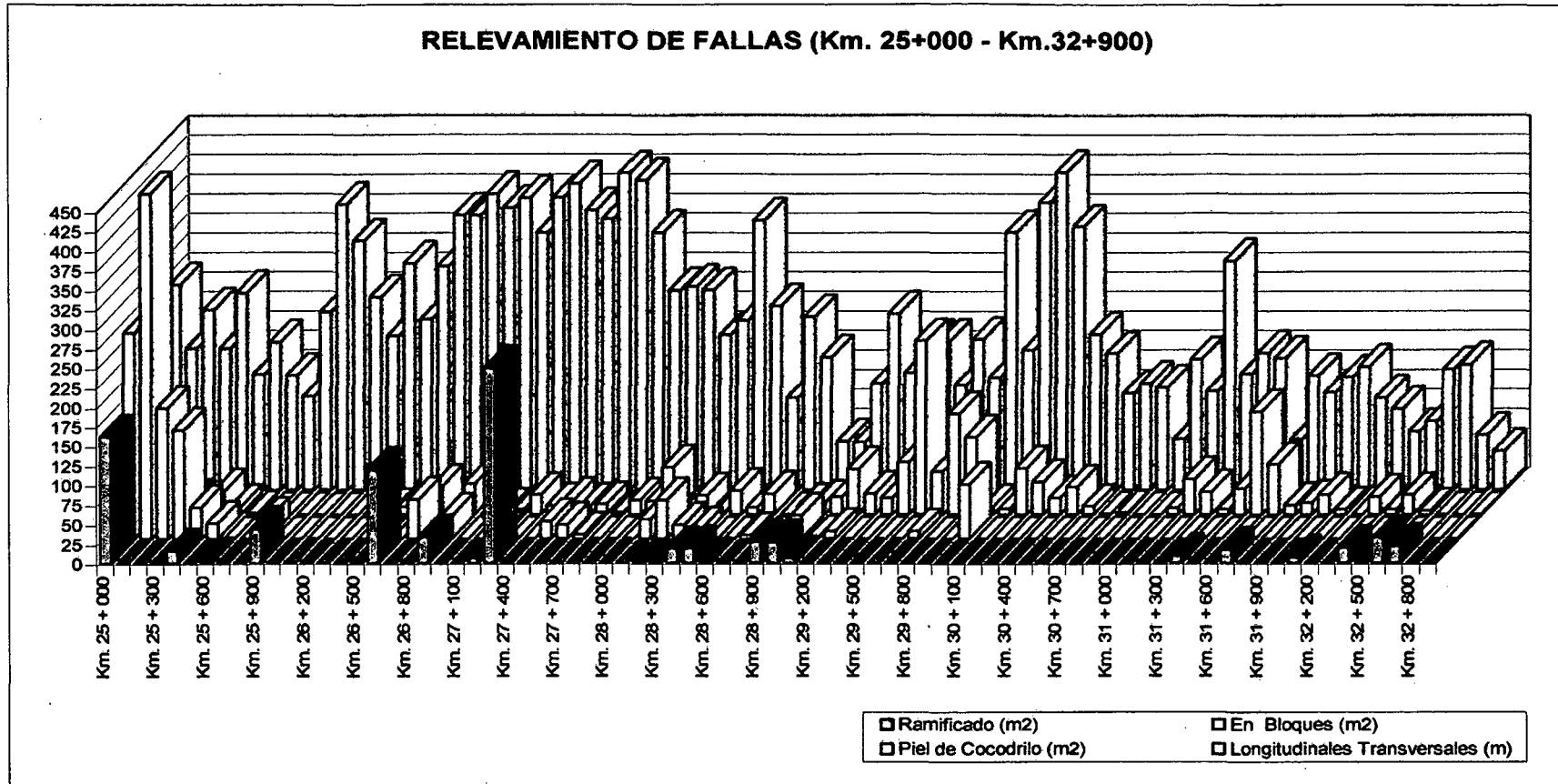
Gráfico 3-7



**RELEVAMIENTO DE FALLAS DEL PAVIMENTO (OFICINA DE CONTROL DE CALIDAD DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES abril – 2002)**

FALLAS Km. 25+000 - Km. 32+900				
KILOMETRAJE	Longitudinales Transversales (m)	Ramificado (m2)	En Bloques (m2)	Piel de Cocodrilo (m2)
Km. 25 + 000	263.5	163	263.8	67.2
Km. 25 + 100	182	0	442	0
Km. 25 + 200	231	0	168	17
Km. 25 + 300	182	0	140	0
Km. 25 + 400	253	16.5	40.5	30
Km. 25 + 500	148.5	0	20	10
Km. 25 + 600	189.8	5	0	2
Km. 25 + 700	147	0	0	0
Km. 25 + 800	121	0	25	0
Km. 25 + 900	228.5	44.7	0	0
Km. 26 + 000	366.5	0	0	0
Km. 26 + 100	319.5	0	0	0
Km. 26 + 200	247.5	0	0	0
Km. 26 + 300	198	0	0	0
Km. 26 + 400	290.5	0	0	5
Km. 26 + 500	219	0	0	10
Km. 26 + 600	287	120	0	17.5
Km. 26 + 700	352	0	50.4	35.6
Km. 26 + 800	352	0	0	0
Km. 26 + 900	379.5	33.6	30	39.2
Km. 27 + 000	361.5	0	0	0
Km. 27 + 100	374	0	0	5
Km. 27 + 200	330	6.5	6	6.7
Km. 27 + 300	375	250	0	25
Km. 27 + 400	393	0	0	11.3
Km. 27 + 500	358.5	0	22.5	18.15
Km. 27 + 600	347.1	0	18	10.7
Km. 27 + 700	405.7	0	5.4	13.2
Km. 27 + 800	396.9	0	0	2
Km. 27 + 900	329.7	0	0	18.5
Km. 28 + 000	256	0	0	17.1
Km. 28 + 100	261.2	0	25.2	60.6
Km. 28 + 200	256.5	2	50	2
Km. 28 + 300	199.3	2	18	24.8
Km. 28 + 400	217.7	19	12	2
Km. 28 + 500	345.8	20	0	30.7
Km. 28 + 600	236.5	4	0	9.3
Km. 28 + 700	118.5	1	5	26.9
Km. 28 + 800	222.3	0	0	0
Km. 28 + 900	170.7	28	0	11
Km. 29 + 000	63.2	28	30	15
Km. 29 + 100	61.6	6.5	1.8	22.5
Km. 29 + 200	136.5	0	10	58
Km. 29 + 300	226.2	0	0	26.5
Km. 29 + 400	150.5	0	0	21
Km. 29 + 500	190.7	0	0	67
Km. 29 + 600	191	0	0	223
Km. 29 + 700	135.5	0	10	55
Km. 29 + 800	193.5	0	0	129.5
Km. 29 + 900	144.5	0	0	99.5
Km. 30 + 000	330.2	0	70	10
Km. 30 + 100	179.6	0	0	7.5
Km. 30 + 200	368.8	0	0	59
Km. 30 + 300	407	0	0	42
Km. 30 + 400	337.5	0	0	21
Km. 30 + 500	200	0	0	35
Km. 30 + 600	175	0	0	10.5
Km. 30 + 700	124.5	0	0	1
Km. 30 + 800	137	0	0	2
Km. 30 + 900	131.8	0	0	0
Km. 31 + 000	65.7	0	0	0
Km. 31 + 100	168	0	0	9
Km. 31 + 200	127.5	0	0	45.3
Km. 31 + 300	294	0	0	28.5
Km. 31 + 400	149.5	10	0	6.5
Km. 31 + 500	176	0	0	33.5
Km. 31 + 600	169.2	0	0	132
Km. 31 + 700	66	18	0	64.5
Km. 31 + 800	147	0	0	12
Km. 31 + 900	125.8	0	0	15.5
Km. 32 + 000	145	0	0	25
Km. 32 + 100	158.5	8	0	6.5
Km. 32 + 200	119	0	0	0
Km. 32 + 300	105	0	0	22.5
Km. 32 + 400	76	20	0	7
Km. 32 + 500	89	4	0	25
Km. 32 + 600	155	33	0	5
Km. 32 + 700	161.5	22.5	0	0
Km. 32 + 800	71	0	0	0
Km. 32 + 900	50	0	0	0

**Tabla 3-13: Fallas Relevadas  
Km.25+000 – Km. 32+900**

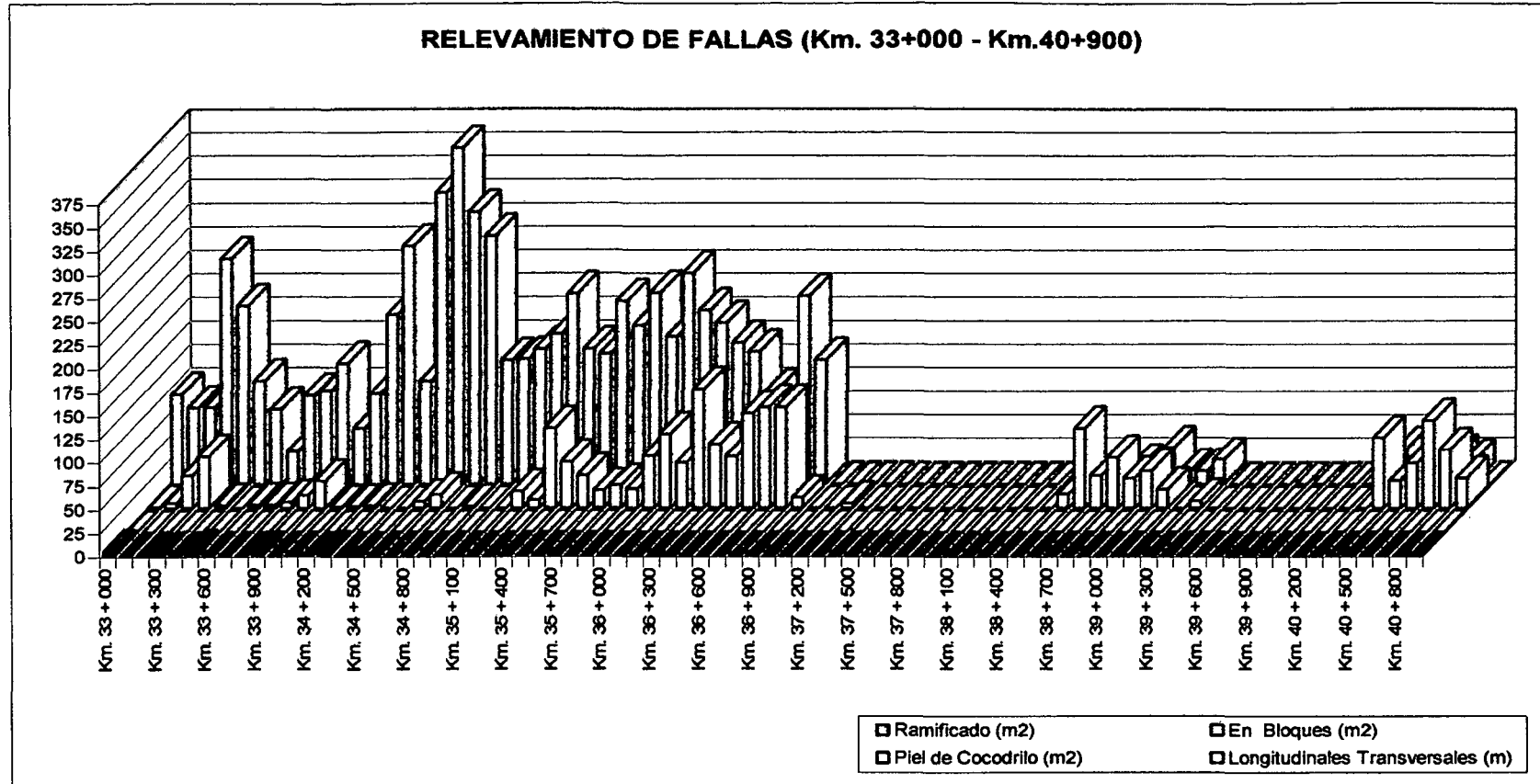


**Gráfico 3-8: Fallas Relevadas Km.25+000 -km.32+900**

<b>FALLAS Km. 33+000 - km. 40+900</b>				
<b>KILOMETRAJE</b>	<b>Longitudinales Transversales (m)</b>	<b>Ramificado (m2)</b>	<b>En Bloques (m2)</b>	<b>Piel de Cocodrilo (m2)</b>
Km. 33 + 000	96	5	0	1
Km. 33 + 100	81.6	0	0	5.5
Km. 33 + 200	82.5	0	0	35
Km. 33 + 300	240	1.5	0	55
Km. 33 + 400	190	0	0	2.5
Km. 33 + 500	110	5	0	0
Km. 33 + 600	80	0	0	3
Km. 33 + 700	35	0	0	3
Km. 33 + 800	95	0	0	6.5
Km. 33 + 900	100	3	0	14
Km. 34 + 000	129	0	0	28.5
Km. 34 + 100	60	0	0	1
Km. 34 + 200	97	0	0	1.5
Km. 34 + 300	181	3.5	0	2.5
Km. 34 + 400	253.5	0	0	0
Km. 34 + 500	110	0	0	0
Km. 34 + 600	310	0	0	7
Km. 34 + 700	358	0	0	14.5
Km. 34 + 800	289.5	0	0	0
Km. 34 + 900	264.5	0	0	1.5
Km. 35 + 000	132	0	0	0
Km. 35 + 100	133.3	0	0	0
Km. 35 + 200	144	0	0	17.8
Km. 35 + 300	160	0	0	9
Km. 35 + 400	203	0	0	85
Km. 35 + 500	144	0	0	49
Km. 35 + 600	139	0	0	34.8
Km. 35 + 700	195	0	0	19
Km. 35 + 800	169.3	0	0	24
Km. 35 + 900	203.8	0	0	20.5
Km. 36 + 000	157.7	0	0	55.8
Km. 36 + 100	224.9	0	0	79
Km. 36 + 200	185	0	0	48.5
Km. 36 + 300	172	0	0	126.5
Km. 36 + 400	150.8	0	0	67.75
Km. 36 + 500	141.5	0	0	55
Km. 36 + 600	99.5	0	0	101.1
Km. 36 + 700	61	0	0	108

Km. 36 + 800	200.8	0	0	107.8
Km. 36 + 900	132.7	0	0	11
Km. 37 + 000	0	0	0	0
Km. 37 + 100	0	0	0	0
Km. 37 + 200	0	0	0	5
Km. 37 + 300	0	0	0	0
Km. 37 + 400	0	0	0	0
Km. 37 + 500	0	0	0	0
Km. 37 + 600	0	0	0	0
Km. 37 + 700	0	0	0	0
Km. 37 + 800	0	0	0	0
Km. 37 + 900	0	0	0	0
Km. 38 + 000	0	0	0	0
Km. 38 + 100	0	0	0	0
Km. 38 + 200	0	0	0	0
Km. 38 + 300	0	0	0	0
Km. 38 + 400	0	0	0	0
Km. 38 + 500	0	0	0	15
Km. 38 + 600	0	0	0	85
Km. 38 + 700	0	0	0	35
Km. 38 + 800	19.5	0	0	54
Km. 38 + 900	18.5	0	0	32
Km. 39 + 000	38.7	0	0	40
Km. 39 + 100	14.2	0	0	20
Km. 39 + 200	14	0	0	0
Km. 39 + 300	26.5	0	0	7.5
Km. 39 + 400	0	0	0	0
Km. 39 + 500	0	0	0	0
Km. 39 + 600	0	0	0	0
Km. 39 + 700	0	0	0	0
Km. 39 + 800	0	0	0	0
Km. 39 + 900	0	0	0	0
Km. 40 + 000	0	0	0	0
Km. 40 + 100	0	0	0	0
Km. 40 + 200	0	0	0	0
Km. 40 + 300	10	0	0	0
Km. 40 + 400	38	0	0	75
Km. 40 + 500	10	0	0	29
Km. 40 + 600	20	0	0	48
Km. 40 + 700	29.5	0	0	93.5
Km. 40 + 800	24	0	0	62.5
Km. 40 + 900	0	0	0	32

**Tabla 3-14: Fallas Relevadas  
Km.33+000 -km.40+900**



**Gráfico 3-9: Fallas Relevadas Km.33+000 –km.40+900**

Tesis: ESTUDIO DE CONTROL PARA MITIGAR LOS COSTOS DE NO CALIDAD (CNC) EN EL PROYECTO CARRETERA Yura-Patahuasi-Santa Lucía / TRAMO I- Yura Patahuasi Km.00+000-Km.53+000

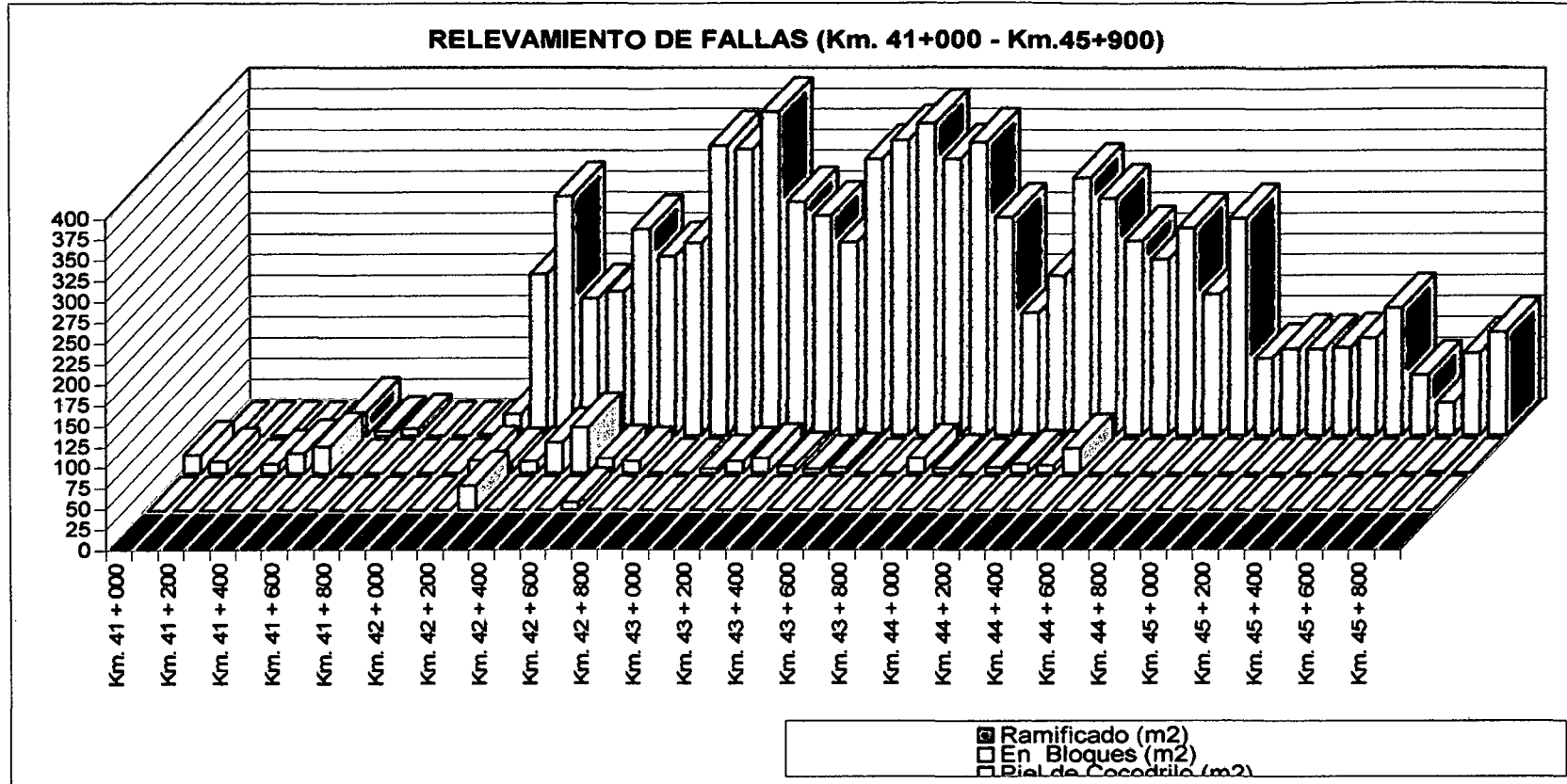
Autor: W. Martín Canales Ayala

<b>FALLAS Km. 41+000 - km. 45+900</b>				
<b>KILOMETRAJE</b>	<b>Longitudinales Transversales (m)</b>	<b>Ramificado (m2)</b>	<b>En Bloques (m2)</b>	<b>Piel de Cocodrilo (m2)</b>
Km. 41 + 000	0	0	0	22
Km. 41 + 100	0	0	0	14
Km. 41 + 200	0	0	0	0
Km. 41 + 300	0	0	0	11
Km. 41 + 400	0	0	0	24
Km. 41 + 500	28.5	0	0	32.5
Km. 41 + 600	6	0	0	0
Km. 41 + 700	9	0	0	0
Km. 41 + 800	0	0	0	0
Km. 41 + 900	0	0	0	0
Km. 42 + 000	1	0	0	0
Km. 42 + 100	25.9	0	0	15
Km. 42 + 200	194.4	0	30	12.2
Km. 42 + 300	288	0	0	14
Km. 42 + 400	164.5	0	0	37
Km. 42 + 500	173	0	0	55
Km. 42 + 600	249	0	10	17
Km. 42 + 700	216	0	0	14.5
Km. 42 + 800	232	0	0	0
Km. 42 + 900	349	0	0	0
Km. 43 + 000	345	0	0	5
Km. 43 + 100	390	0	0	13.6
Km. 43 + 200	282	0	0	18
Km. 43 + 300	265	0	0	8
Km. 43 + 400	233	0	0	4
Km. 43 + 500	333	0	0	6.5
Km. 43 + 600	356	0	0	0
Km. 43 + 700	375.5	0	0	0
Km. 43 + 800	333.5	0	0	18
Km. 43 + 900	353	0	0	5.5
Km. 44 + 000	263	0	0	0
Km. 44 + 100	148	0	0	6
Km. 44 + 200	193	0	0	10.5
Km. 44 + 300	311	0	0	9
Km. 44 + 400	286	0	0	30
Km. 44 + 500	235	0	0	0
Km. 44 + 600	213	0	0	0
Km. 44 + 700	250.5	0	0	0

Km. 44 + 800	170.5	0	0	0
Km. 44 + 900	262	0	0	0
Km. 45 + 000	93	0	0	0
Km. 45 + 100	104.5	0	0	0
Km. 45 + 200	104	0	0	0
Km. 45 + 300	106	0	0	0
Km. 45 + 400	117.5	0	0	0
Km. 45 + 500	154.5	0	0	0
Km. 45 + 600	73	0	0	0
Km. 45 + 700	40	0	0	0
Km. 45 + 800	100	0	0	1
Km. 45 + 900	125	0	0	0

**Tabla 3-15: Fallas Relevadas**

**Km.41+000 -km. 45+900**



**Gráfico 3-10: Fallas Relevadas Km.41+000 –km.45+900**

### 3.4 - ANÁLISIS DE COSTOS

- DE LOS ADICIONALES

En la siguiente tabla se aprecia los Adicionales que se tuvieron entre la revisión e inicio de Obra por la empresa constructora:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Costo Adicional
<b>1,00,00</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES Y PROVISIONALES</b>	1,240,677.04
<b>2,00,00</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS</b>	414,270.01
<b>3,00,00</b>	<b>PAVIMENTOS</b>	0.00
<b>4,00,00</b>	<b>TRANSPORTE PAGADO</b>	0.00
<b>5,00,00</b>	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>	714,957.20
<b>6,00,00</b>	<b>SEÑALIZACIÓN</b>	362,347.36
	<b>Total</b>	<b>2,732,251.61</b>

**Tabla 3-16: Adicionales antes de inicio de obra**

Sumando los adicionales con el presupuesto inicial de obra se obtienen los siguientes valores, añadiendo los adicionales de la obra durante la construcción aprobados por la entidad contratante:

<b>ADICIONALES</b>	
ADICIONAL de Revisión	2,732,251.61
ADICIONALES DE OBRA	10,903,420.48
<b>Total</b>	<b>13,635,672.09</b>

**Tabla 3-17: Adicionales de Obra al 2002**

- DE LAS FALLAS

Las fallas producidas en consecuencias son de fisuramiento y se resumen en la siguiente tabla, este sector fue donde se evaluó y solo aquí se encontraron reunidas las fallas significativas.

KILOMETRAJE	TIPO DE FALLAS: FISURAS O AGRIETAMIENTOS			
	Longitudinales Transversales (m)	Ramificado (m2)	En Bloques (m2)	Piel de Cocodrilo (m2)
<b>Km. 25 + 000 - 45 + 900</b>				
<b>TOTAL</b>	<b>32543.6</b>	<b>883.3</b>	<b>1503.6</b>	<b>4109.6</b>

**Tabla 3-18: Fallas Relevadas**

<b>PRESUPUESTO PARA LA CULMINACIÓN DE LA OBRA (Reparación y tratamiento de Fallas) Tamo Km.00-000 - Km.53+336</b>							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	P.U.	METRADO	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL
<b>1,00</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES Y PROVISIONALES</b>						<b>322,368.00</b>
1,01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN	Glb	322,368.00	1.00		322,368.00	
<b>2,00</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS</b>						<b>245,347.13</b>
2,06	Remoción de Base Granular (Partida Nueva)	m3	5.66	13,300.00	75,278.00	75,278.00	
2,07	Remoción de Base Granular (Partida Nueva)	m3	8.73	19,481.00	170,069.13	170,069.13	
<b>3,00</b>	<b>PAVIMENTOS</b>						<b>4,922,325.44</b>
3,02	BASE GRANULAR e=0,2m	m3	29.72	1,264.00		37,566.08	
3,03	IMPRIMACIÓN	m2	0.67	193,932.18		129,934.56	
3,04	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE e=0,05m	m3	64.28	15,649.12		1,005,925.43	
3,05	ASFALTO LIQUIDO RC 250	Gln	2.40	1,777.27		4,265.45	
3,05,01	ASFALTO LIQUIDO MC 30 (Partida Nueva)	Gln	2.40	56,778.02		136,267.25	
3,06	ASFALTO SÓLIDO PEN 85/100	Gln	2.69	724,534.30		1,948,997.27	
3,07	RELLENO MINERAL	Tn	400.80	719.86		288,519.89	
3,08	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA	Kg	19.57	13,857.30		271,187.36	
3,11	RIEGO DE LIGA (Partida Nueva)	m2	0.50	12,694.79		6,347.40	
3,12	TRATAMIENTO DE FISURAS (Partida Nueva)	m	6.79	5,910.00		40,128.90	
3,13	ESCARIFICACIÓN Y RECONFORMACIÓN DE BASE GRANULAR (Partida Nueva)	m3	14.14	50,431.82		713,105.93	
3,14	PRESECADO DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFÁLTICA (Partida Nueva)	m3	26.77	12,703.77		340,079.92	
<b>4,00</b>	<b>TRANSPORTE PAGADO</b>						<b>1,758,853.71</b>
4,01	MATERIAL PARA RELLENO D < 1Km	m3-Km	2.11	46,949.19		99,062.79	
4,02	MATERIAL PARA RELLENO D > 1Km	m3-Km	2.34	439,071.79		1,027,427.99	
4,03	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA D < 1KM	m3-Km	2.80	15,649.12		43,817.54	
4,04	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA D > 1KM	m3-Km	1.93	304,945.80		588,545.39	
						<b>TOTAL</b>	<b>7,248,894.28</b>

Tabla 3-19

Tesis: ESTUDIO DE CONTROL PARA MITIGAR LOS COSTOS DE NO CALIDAD (CNC) EN EL PROYECTO  
 CARRETERA Yura-Patahuasi-Santa Lucía / TRAMO I- Yura Patahuasi Km.00+000-Km.53+000

Autor: W. Martin Canales Ayala



- **DE LOS COSTOS INDIRECTOS**

Estos costos son referidos a los aspectos sociales afectados en la región por causa de la demora en la culminación de la carretera y la calidad final de esta.

Se debe considerar el tiempo de demora en la ejecución de la obra, el tramo en estudio se debió terminar en Nov. 1999, ya que tenía un plazo de ejecución de 450 días calendarios, asumiendo retrasos, podría tenerse un plazo de 550 a 730 días totales (1 ½ - 2 años), teniendo la culminación en el año 2000 aproximadamente en el mes de Agosto, pero la obra se entregó en el año 2003 en el mes de Agosto; accionando retrasos en las actividades comerciales y turísticas de la zona reduciendo su economía.

Estos aspectos y costos no pueden cuantificarse exactamente sino es en porcentajes de tendencia a baja o subida económica del sector, así como también los índices de comercio y mercado que normalmente tienen estos sectores que pueden medir en un estudio de Mercado del sector en los aspectos Socio-Económicos y Turísticos, mas este no es el objetivo del presente estudio.

Es por eso que estas pérdidas o costos indirectos no serán contemplados en la suma de los costos como pérdidas, ya que nos basaremos en las referencias técnicas registradas de los datos que contamos, pero teniendo en cuenta que estos existen y pueden ser de gran impacto en la región.

### **3.5 - ANÁLISIS DE LA CALIDAD**

En éste capítulo y en el anterior utilizamos ya varias Herramientas de la Calidad, desarrollamos los **histogramas y diagramas de distribución** aplicándolos en los datos técnicos que trabajamos, este tipo de análisis muestra gráficamente la situación real de la carretera y permite visualmente tener una percepción real del contraste de los datos referidos a los mínimos y máximos relativos a las normas y técnicas a lo largo de la carretera. A continuación analizaremos mediante otras Herramientas los aspectos relativos a las posibles causas de fallas.

• CAUSA / EFECTO para las fallas

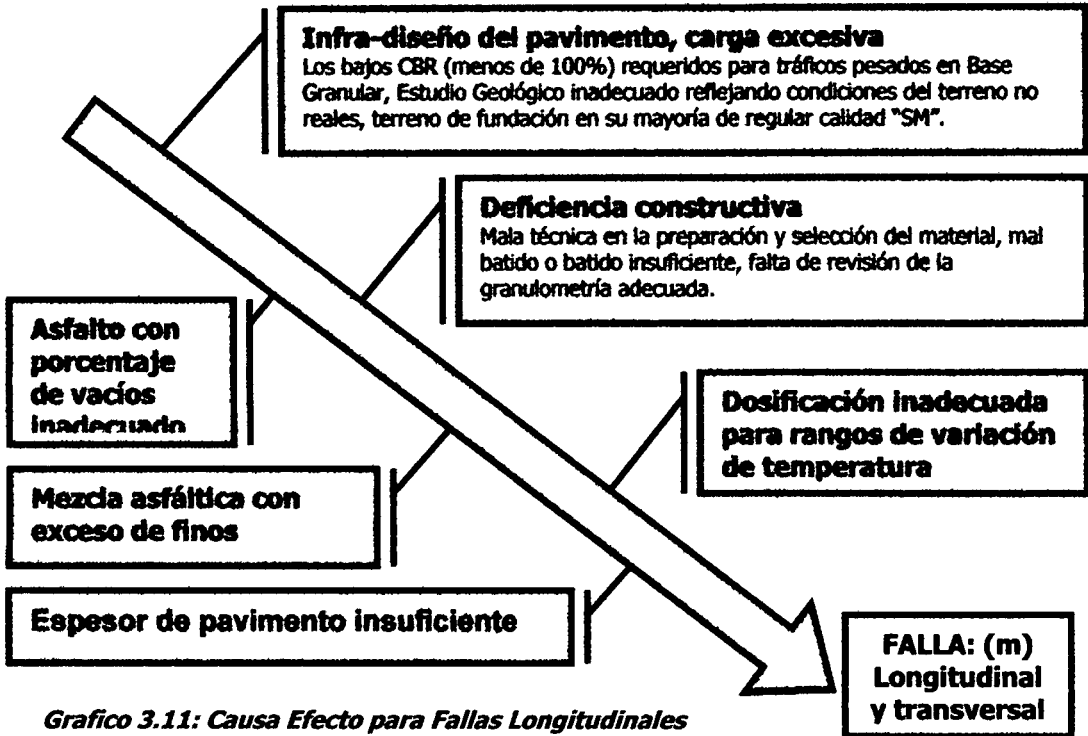


Grafico 3.11: Causa Efecto para Fallas Longitudinales

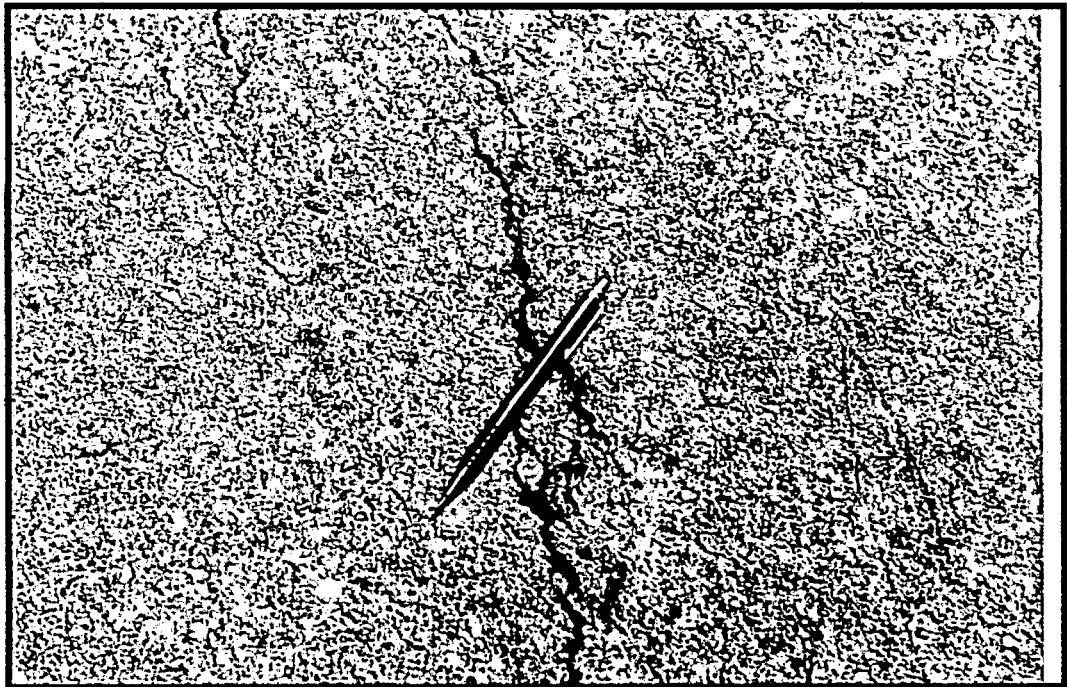
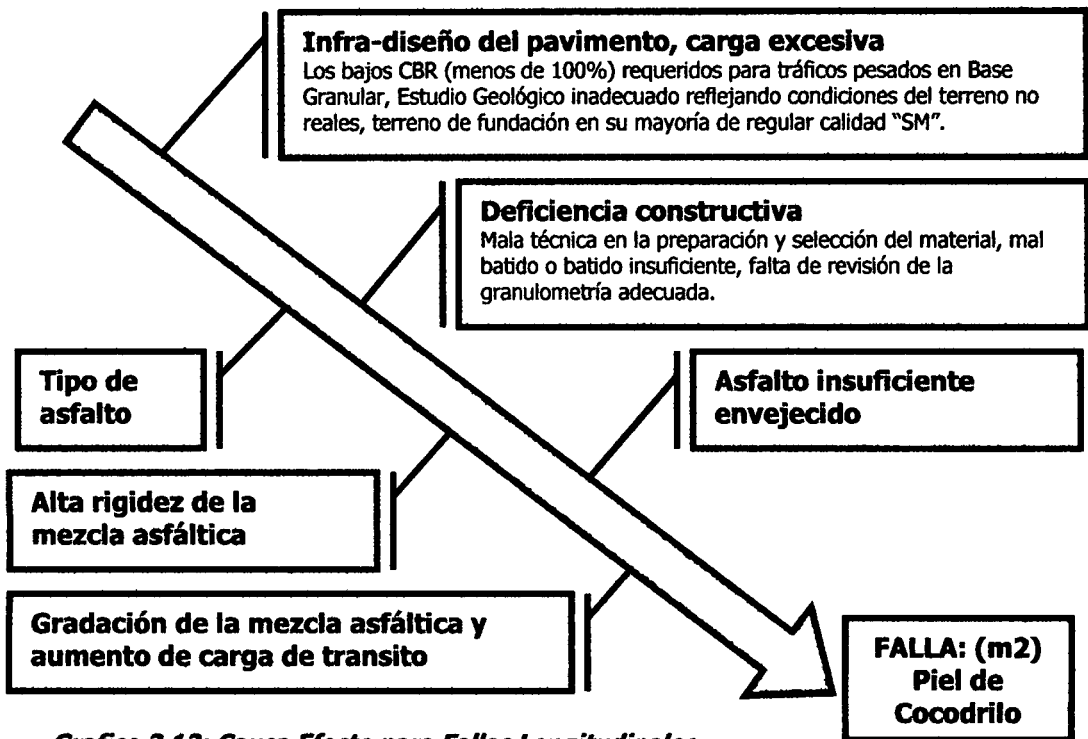


Foto 3.1: Fallas Longitudinales



*Grafico 3.12: Causa Efecto para Fallas Longitudinales*



*Foto 3.1: Fallas Piel de Cocodrilo*

Las dos principales fallas que presenta el pavimento, son analizadas por el Diagrama de Causa y Efecto, mostrando que las posibles causas son relativas a los estudios previos y procedimientos constructivos.

Es importante determinar el origen para poder ver el cuerpo del Iceberg y no solo la cumbre, para esto se necesita tener una **Hoja de revisión y Recolección de Datos**. Realizaremos este trabajo mediante una tabla que explique en forma mas clara las causas.

• **HOJA DE REVISIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS para las Causales**

<b>Posibles Problemas y sus Causas</b>	Estudio de Suelo	Estudio Geológico	Estudio Trafico	Economía	Supervisión	Desconocimiento técnico	Falta control en Obra	Mala Nivelación	Mala Dosificación	Temperatura	Tren de asfalto	Tratamiento de terreno inadecuado
<b>Infra-diseño del pavimento</b>	0	0	0		0							
<b>Asfalto insuficiente envejecido</b>	0				0		0					0
<b>Alta rigidez de la mezcla asfáltica</b>							0	0				
<b>Gradación de la mezcla asfáltica y aumento de carga de transito</b>			0				0		0			
<b>Deficiencia constructiva</b>				0	0	0	0				0	
<b>Tipo de asfalto</b>	0		0		0		0	0		0		
<b>Espesor de pavimento insuficiente</b>					0		0	0			0	0
<b>Mezcla asfáltica con exceso de finos</b>					0		0		0			
<b>Dosificación inadecuada para rangos de variación de temperatura</b>					0		0		0	0		
<b>Tipo de asfalto, porcentaje de vacíos inadecuado</b>					0	0	0		0			
<b>Total de frecuencias</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

*Tabla 3.20: Hoja de revisión y recolección de datos para Causales*

Esta tabla se desprende de los datos que proporciona los documentos e informes obtenidos en el MTC, pero no se descarta que las causales sean mas

numerosas en los aspectos técnicos pero a pesar del aumento de causales notaremos siempre que la **supervisión y control** son las causales mas resaltantes y frecuentes para que sucedan los errores en los proyectos de pavimentación con alta inversión económica e importancia social.

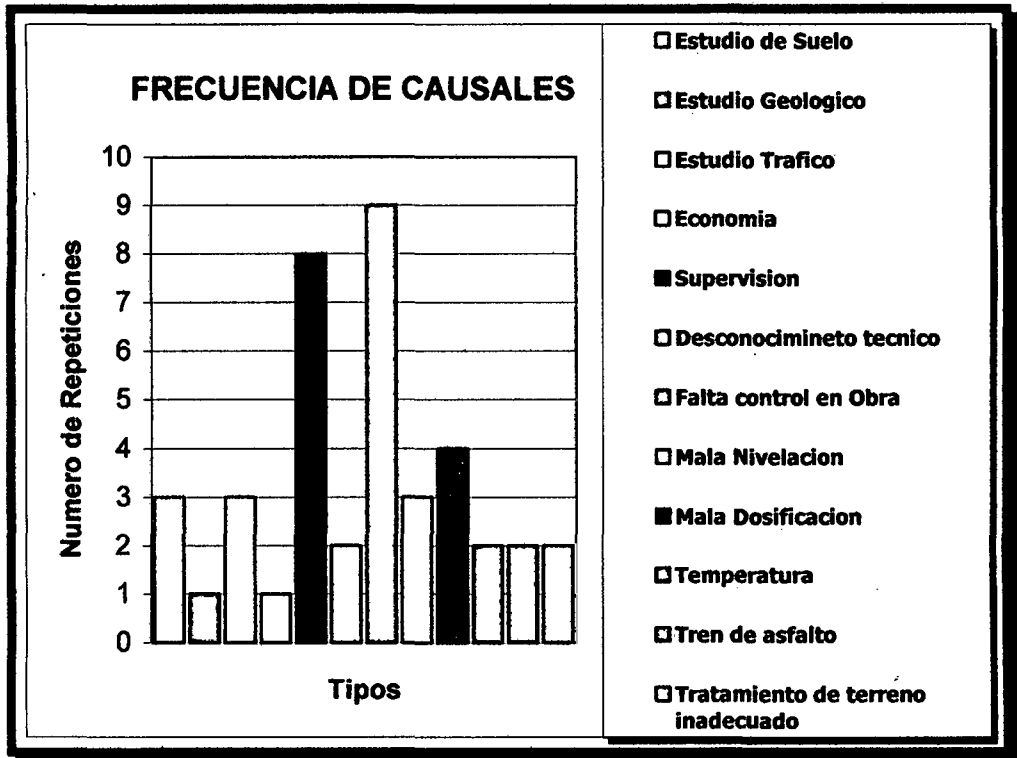


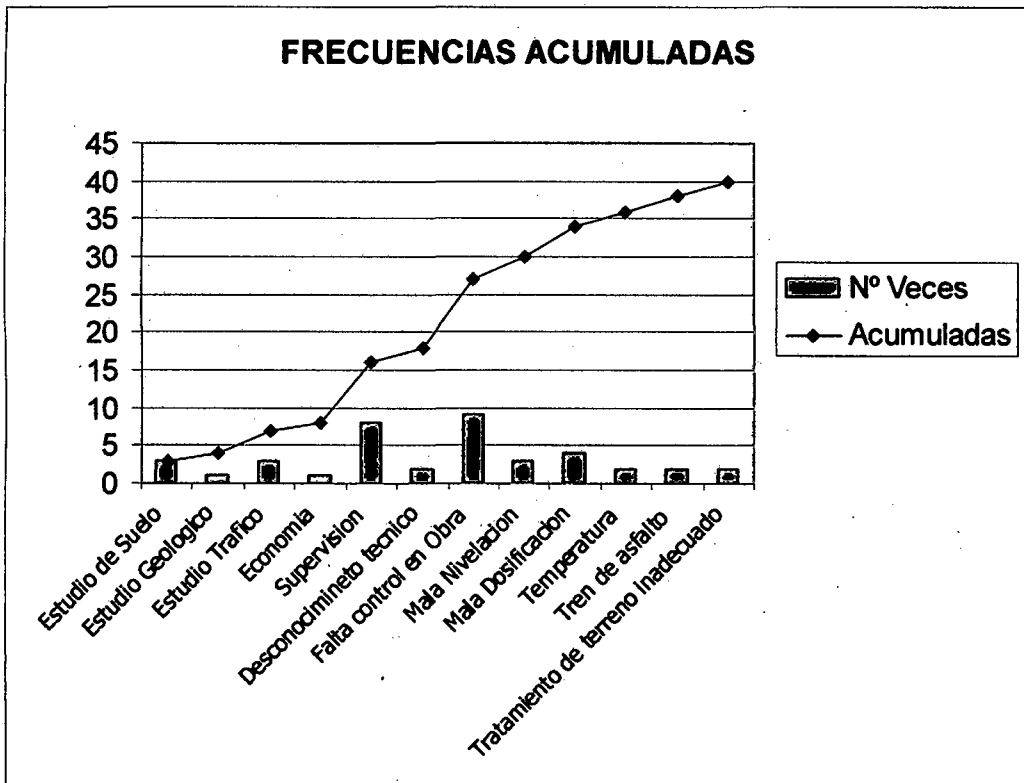
Grafico 3.13: Frecuencia de Causales

Los porcentajes son claros al describirnos que es necesario tener una **Gestión de Calidad Total en el Ciclo de Vida del Proyecto**, desde la concepción de la necesidad hasta la puesta en servicio y su mantenimiento, luego del periodo adecuado y uso correcto, esta administración de recursos segura y responsable puede mitigar en una gran parte los altos costos de no Calidad presentados en este proyecto y proyectos sucesivos.

Si la mayoría de causales son relacionados con el Control y Supervisión, debemos remarcar que la Gestión de Calidad Total ya incluye dentro de su estructura estas acciones, pero también hace un seguimiento continuo de las

tareas relacionadas a los puntos de control, previamente seleccionados estratégicamente.

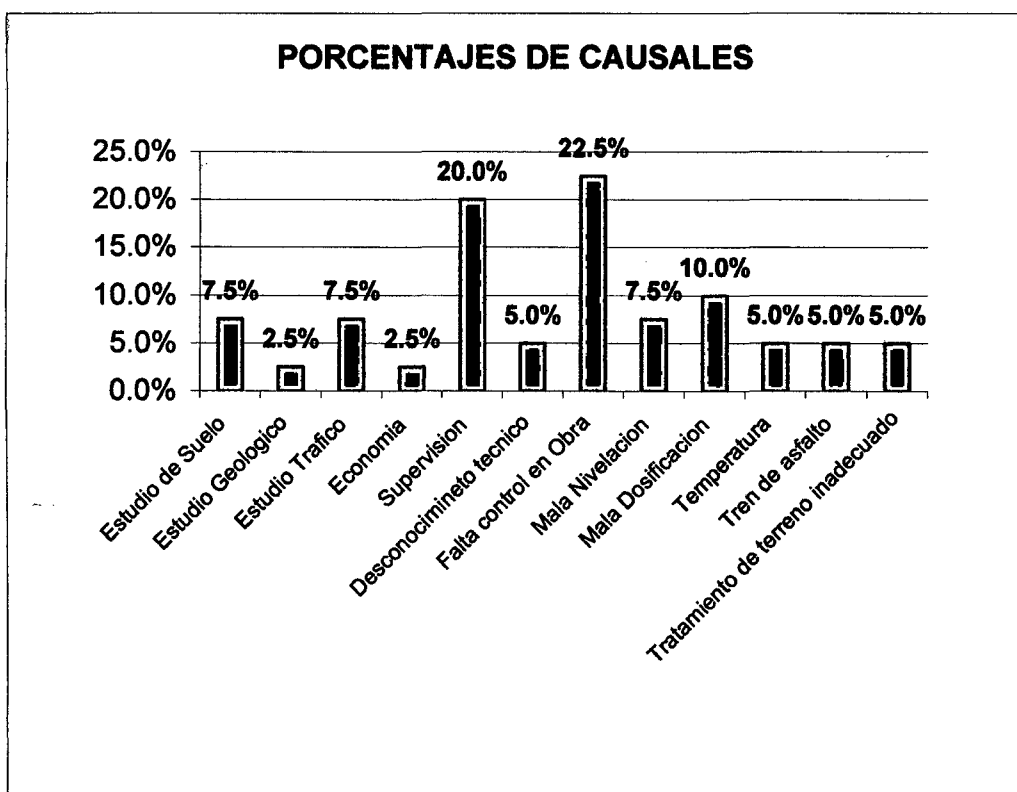
Este sistema de Gestión, que se desarrollará en el siguiente capítulo, es un plan estratégico flexible de acuerdo a las condiciones que se presente en el momento de la concepción del proyecto, pero que dicha flexibilidad no atenta contra los basamentos que estructuran y sostienen a mencionado plan estratégico de la Gestión de Calidad Total.



**Gráfico 3.14: Frecuencia de Causales Acumuladas**

El Propósito no es solo mitigar hasta llegar a hacer mínimos los errores, sino es llegar a prevenir y controlar; pues ante cualquier Patología más importante que curarla, con acciones posteriores, es mejor tener acciones preventivas, ya que cubrir en parte el error no termina con él, sino que lo posterga a futuro.

La garantía de la calidad debe tener un costo adicional, pero con implementación de una estrategia podemos hacer estos costos mínimos pero suficientes para asegurar el resultado eficiente del proyecto final.



**Grafico 3.15: Representación Porcentual de Causales**

Evaluados y comparados con los riesgos de fallas, los **Costos Relativos a la Calidad**, se ven viables de aplicar y ejecutar, los costos que son difíciles de cuantificar exactamente son aquellos que se relacionan con los **Costos de No Calidad Indirectos**.

---

**Capítulo 4: PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN DE CALIDAD  
CONTROL PROPUESTO**

---



## 4.1 – PREMISAS

En el Presente Capítulo se estructurará un **Plan Integral de Gestión de Calidad (PIGC)** que sea **flexible**, que pueda amoldarse a las características del presente proyecto y que enfatice los puntos más importantes para poder aplicar un control más eficiente en las acciones de las distintas etapas.

Basando nuestra propuesta en los aspectos teóricos emitidos en los capítulos precedentes y vistos la calidad de los resultados en el último capítulo en materia económica, daremos a conocer una base general para poder partir y luego enunciar y poder así estructurar en forma global el **Plan Integral de Gestión de Calidad** del Proyecto.

### CICLO DE VIDA DEL PROYECTO

- **NECESIDAD.** Primeramente se debe determinar si la necesidad existe y, siendo así, la importancia de suplirla para los efectos del proyecto y la inversión del dinero. En esta sección se determina que tan importante es la concreción del proyecto en el sector, marcando el alcance total en los aspectos sociales y todos aquellos beneficios de Valor Agregado en la zona.
- **ANTEPROYECTO – PERFIL.** Se deben trazar y marcar el objetivo del proyecto sustentando el provecho total al ejecutar el proyecto, indicando las posiciones a favor y en contra y sopesarlas para justificar la inversión. Aquí se debe definir cuales serán los sectores beneficiados y sus alcances, enmarcando los límites del proyecto, magnitud de los impactos positivos y negativos; si estos último pesan más que los primeros en proyecto debe abandonarse. Estas dos primeras etapas demandan un control mínimo y solo se debe prestar atención a los aspectos puntuales de relevancia. Las siguientes etapas deben tener un mayor margen de control y manejo, puesto que entramos a los aspectos técnicos básicos para el Proyecto Integral.

- **ESTUDIOS PREVIOS.** Consiste en una revisión de los Estudios Necesarios para el proyecto, que son vitales para su diseño y ejecución. Se revisa el Diseño Integralmente verificando los puntos principales para los datos del proyecto final.
- **EXPEDIENTE TÉCNICO.** En toda la estructura del Expediente Técnico se debe dar una revisión detallada de cada punto importante que enmarca los aspectos técnico-constructivos, tipo y clasificación de los insumos y los costos unitarios de estos. Si se tiene un buen expediente técnico se garantiza en gran parte los buenos resultados finales del proyecto. Es importante que esta etapa contenga una revisión en campo y cotejar valores de laboratorios y diseños, así como el proceso constructivo adecuado.
- **PROCESO DE ADJUDICACIÓN – LICITACIÓN.** Se debe realizar revisión y análisis de las bases y criterios de aceptación de los postores para garantizar la elección correcta, tomando en cuenta los ítems de las bases y reglamentos que intervienen en el proceso de selección, revisando antecedentes previos de los postores. Estas tres etapas mencionadas tendrán por demanda un control minucioso y se debe prestar atención en cada una de ellas. Aquí existe un *punto de inflexión en la Gestión de Calidad ya que en esta etapa demanda un alto nivel de Control y Administración* de los profesionales que intervienen e dicha Gestión.
- **EJECUCIÓN DE OBRA.** Aquí se debe clasificar los puntos de control estratégicos para llevar a cabo, al mismo ritmo de la obra y sin obstaculizarla, las revisiones e intervenciones necesarias, con el fin de dar mejor solución técnico-económica a los eventuales problemas en obra. Debe existir una relación fluida entre los interventores y ejecutores, ya que todos apuntan hacia un mismo objetivo.
- **MANTENIMIENTO.** Esta etapa es importante para ciertos tipos de proyecto, pero debe siempre debe tenerse en cuenta. Aquí se debe garantizar y designar a la entidad responsable del mantenimiento y es

necesario tener en documentos las recomendaciones necesarias para el buen funcionamiento del proyecto durante su vida útil.

A continuación Desarrollaremos la Propuesta del PIGC para mitigar los Costos de No Calidad en este tipo de proyectos de carreteras.

#### **4.2 – DESARROLLO DEL PLAN INTEGRAL DE GESTION DE CALIDAD (PIGC)**

##### **NECESIDAD**

Esta etapa es una selección de las necesidades existentes en cada región del País, las regiones interventoras deben de tener un estudio elaborado por Ingenieros de Proyectos de esa región, marcando los benéficos que traerá a la región en los sectores económicos, turismo, de comunicación y perjuicios temporales al ejecutar la obra en un impacto de medio ambiente; mencionando la mejora en la calidad de vida de los lugareños con estos efectos positivos.

Los Gobiernos regionales deben saber ordenar las necesidades, desde las más urgentes hasta las más simples, clasificándolas mediante un costo aproximado del proyecto futuro.

Este informe debe de ser simple pero suficientemente sustentado, en cada una de sus necesidades, este estudio seria un previo al Perfil de los estudios ya confirmados.

Con esta información fluida entre las entidades se puede trabajar apuntando aun mismo objetivo priorizando las necesidades e interconectarlas con el resto del país y así llevar control de todos aquéllos proyectos que incrementaran el desarrollo del País. Definir bien las necesidades y priorizarlas es importante en como primera etapa, cada entidad pública tiene su método de administración y formas de priorizar, pero debe llegarse a marcar las coincidencias entre entidades mediante la comunicación y apuntar hacia esos puntos de los proyectos.

Una vez detectada la necesidad base para el futuro proyecto debe de inspeccionarse la zona y reconocer el grado de la necesidad.

## ANTEPROYECTO - PERFIL

Esto es un desarrollo de la etapa anterior, ya que una vez detectada la necesidad se debe sustentar la **Inversión** en el proyecto; este informe a su vez debe ser individual para cada demanda acompañado de la obra que la suplirá total o en parte la necesidad. Este trabajo que debe mostrar los Beneficios vs. Los gastos, Causas y Efectos, riesgos, análisis FODA, etc.

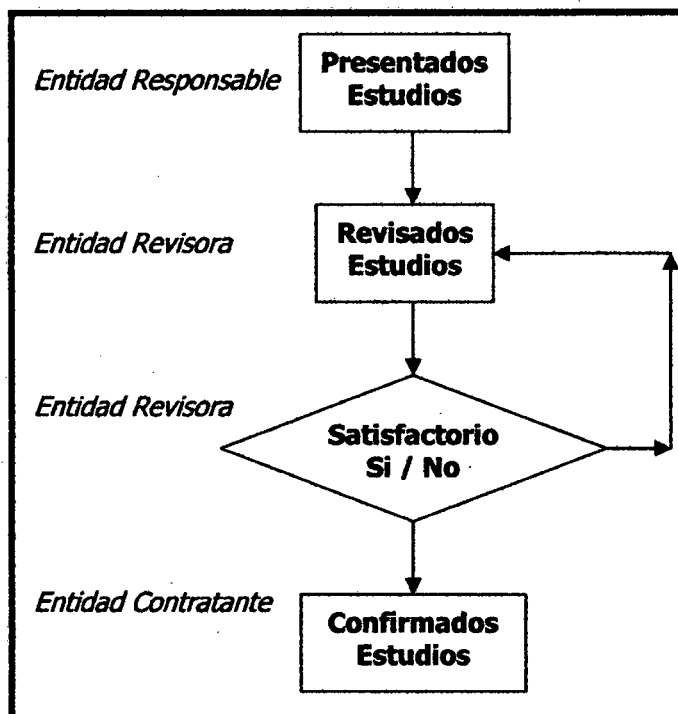
Esta etapa es muy común en las entidades públicas así que una vez aprobado este perfil se procede a elaborar el Estudio y luego el Expediente Técnico.

## ESTUDIOS PREVIOS

Estos estudios luego de ser efectuados y entregados a la entidad solicitante deben ser rigurosamente revisados, pero manteniendo la fluidez del proyecto. Se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

- Debe presentar una documentación del estudio con todos los detalles y observaciones que se consideren pertinentes.
- La entidad que recibe el estudio debe de designar la revisión, esto demandara un presupuesto adicional, pero que no será muy costoso ya que la revisión puede hacerse desde la misma entidad.
- El Informe final de conformidad en la documentación de los estudios debe contener un registro donde se confirme todos los puntos estratégicos de revisión de los estudios, firmado y revisado por los Ingenieros especialistas responsables de cada estudio, esto de acuerdo a cada proyecto manifestando un resumen de lo mostrado y algunas indicaciones. Puede mostrarse en cuadros comparativos, los resultados de los ensayos con los nuevos ensayos si es que los datos del estudio

necesitan confirmarse. En algunos casos sería acertado enviar muestras a dos laboratorios y cotejar datos.



Luego del informe aceptado se debe pasar a la siguiente etapa, caso contrario se debe conversar con la entidad responsable del estudio para que confirme sus estudios y poder tener seguridad de los datos.

### EXPEDIENTE TÉCNICO

Basados en los estudios de Ingeniería podemos tener mayor seguridad en las proyecciones de los diseños y especificaciones técnicas, así como en los metrados y demás detalles referidos al proyecto. Normalmente un expediente técnico contiene:

- Planos

- Especificaciones técnicas
- Metrados
- Costos y presupuestos
- Bases de Licitación

La entidad responsable del documento debe presentar junto a este el documento adjunto si en el caso percibe algunos inconvenientes en la etapa anterior, idealmente se espera que no, pero debemos mantener una comunicación abierta con estas empresas para no detenernos tanto tiempo en el formalismo de la documentación innecesaria.

Se debe remarcar que este paso solo se debe hacer si existe una ausencia marcada o notoria que deba ser aclarada dando las soluciones y detalles que, técnica y administrativamente, tienen soluciones viables y simples.

○ **VERIFICACIÓN DE LOS PLANOS**

Una tercera entidad especialista en el diseño y construcción de este tipo de proyectos, debe comprobar los diseños e indicaciones que los Planos proporcionan en el área de trabajo, para verificarlo y hacer las recomendaciones necesarias y complementarias.

Se recomienda que sea la misma entidad la que realice también este trabajo y las demás verificaciones así como La Gestión del Control de Calidad Total en la construcción, para tener fluidez en los trabajos.

○ **VERIFICACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

La entidad debe comprobar y garantizar los datos y diseños compatibilizados con los planos y el lugar de la obra. Se debe dar mayor énfasis a los procesos constructivos en cada una de las partidas, detallar formas de pago; a más datos se tendrá mayor claridad para actuar. Debe verificarse la relación coherente y técnica con los planos.

○ **VERIFICACIÓN DE LOS METRADOS**

Sabiendo los procesos constructivos y datos complementarios podemos desarrollar un precio base coherente para los postores, cubriendo todos aquellos detalles que en los procesos constructivos se establecen, en las visitas al campo e inspecciones se puede cubrir detalles extra-técnicos que pueden influir, en un futuro con adicionales, en la obra si se dejan de lado. Los Adicionales en el metrado de la obra deben ser mínimos, ya que se invierte en una Gestión de Calidad previa de revisión para garantizar la mayor exactitud de estos.

- **VERIFICACIÓN DE LOS COSTOS Y PRESUPUESTOS**

La verificación es simple pero importante ya que solo necesitamos comprobar si los precios son actualizados y aquellos que se deducen deben ser verificados revisando tal deducción.

- **VERIFICACIÓN DE LOS BASES DE LICITACIÓN**

Aquí se debe verificar si en sistema de licitación es el más adecuado para garantizar el buen desarrollo de la obra sin generar mayor gastos adicionales al estado que invierte, ya sea mediante préstamos o convenios o recursos propios, este dinero debe de ser garantizado y asegurado en el sentido de que el trabajo sea realizado satisfactoriamente por las entidades. Las Bases de Licitación deben estructurarse para que la elección sea la mejor en todos los puntos a tomar en cuenta.

Cada confirmación de los pasos en estas etapas deben de ser registrados mediante documentos o informes, el realizarlo es tarea de La Gestión de Calidad Total, la cual formara parte del documento final de la entidad responsable. Todas las etapas hasta ahora han tenido un control y verificación post-trabajo, pero en adelante el seguimiento debe ser en "tiempo real" verificando cada paso, punto por punto.

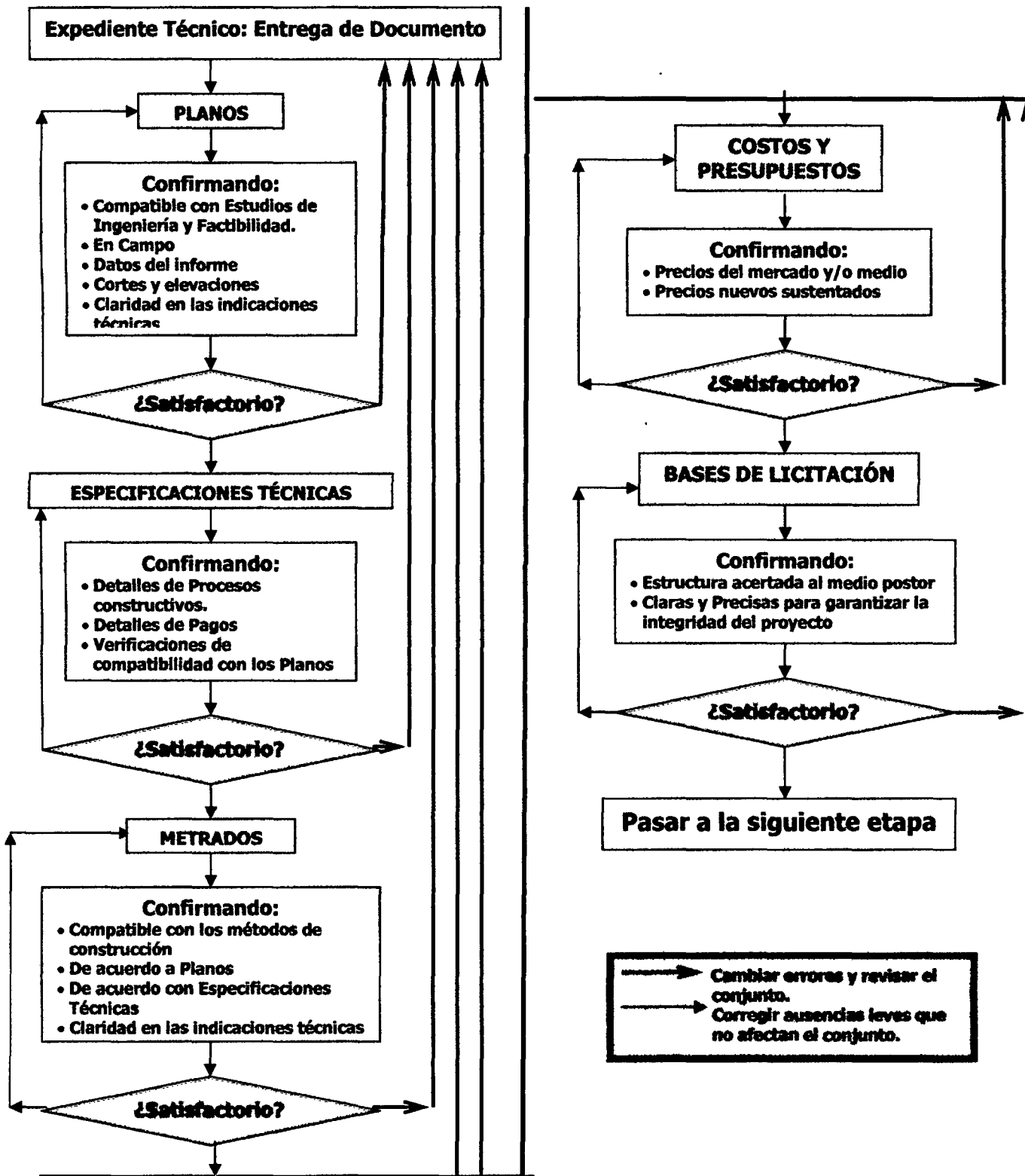


Grafico 4.1: Diagrama de Flujo de Procesos para El Expediente Técnico



## PROCESO DE ADJUDICACIÓN Y LICITACIÓN

Desarrollaremos esta parte teniendo en cuenta las indicaciones que se estipulan en las especificaciones del informe del MTC, en la sección de Bases de Licitación y Modelo de contrato (Volumen 5). Resumiremos los aspectos que influyen en la decisión, los aspectos luego de la Buena Pro no se tocarán porque serán analizados en la siguiente parte.

### Del proyecto

Convocatoria a través del MTC por medio del Programa Corredor Vial Interoceánico del Sur-PCVS, la licitación Pública internacional LPI N° 019-97-MTC/15.02-PERT.04, para la selección de las empresas constructoras. Lo indicado en las Bases de Licitación son elaboradas de acuerdo con lo estipulado en el Convenio de Préstamo PE-P15 entre el Gobierno Peruano y el Fondo de Cooperación Económica a Ultramar del Japón (OECD). Y por el RULCOP (Reglamento Único de Licitaciones y Contratos de Obra Públicas).

Entidad Licitante: El Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción de la República del Perú, a través del Programa Corredor Vial Interoceánico del Sur (PCVS)

Financiamiento: Provenirá de los recursos del Tesoro Público del Perú y del fondo de Cooperación Económica a Ultramar del Japón (OECD) a través del contrato de préstamo PE-P15, por la suma de Dieciséis mil cuatrocientos veintiún millones de Yenes Japoneses (16,421'000,000.00)

### Condiciones

Podrán participar las empresas o Asociaciones precalificadas para la licitación, sin embargo, aunque hubiera precalificado, no podrán participar las empresas que contengan otros contratos vigentes con el MTC en las siguientes condiciones:

- Situación de incumplimiento, pendientes u observaciones a la calidad del trabajo motivo por la cual no se le haya recepcionado la obra.

- Las empresas que se encuentran incursas en las causales antes citadas, quedaran automáticamente separadas del concurso si no han resuelto estas circunstancias y comunicado ello con máximo de 5 días antes de la fecha de recepción de propuestas.

Quedan impedidas de suscribir contratos de Ejecución en la Obras, aquellas empresas o Asociaciones:

- Que individual o asociativamente tengan vínculos legales y/o contractuales con la entidad ganadora de la Buena Pro en la Obra en cuestión, o haya suscrito contrato para supervisar la obra.
- Que sus miembros pertenezcan al personal del estado en forma permanente o temporal o a la institución que reciba el financiamiento
- Que hayan pertenecido a cualquiera de las citadas instituciones dentro de los 6 meses previos a la presente convocatoria.

El impedimento para participar en la licitación o firma del contrato, impide la participación de la asociación.

### **Sistema de Licitación**

La licitación será por el sistema de Precios Unitarios. En la presentación de sus Propuestas, los postores, deben utilizar los metrados del Expediente técnico. Durante la ejecución de las Obras, los metrados podrán ser modificados, sustituidos o eliminados y constituirse nuevos metrados en concordancia de los requerimientos reales evidenciados al momento de la ejecución sustentados.

Los postores precalificados deberán presentarse tal cual fueron precalificados, la modificación de alguna firma impedirá su participación.

### **Garantía de Seriedad de la Propuesta**

Se presenta por parte del Postor; Carta Fianza Bancaria, Extendida por institución Bancaria Nacional o extranjera de primer orden, autorizado para operar en el Perú por la Superintendencia de Banca y Seguros conforme a ley de Bancos, solidaria, incondicional, irrevocable, de realización automática y sin beneficio de excusión, a favor del Programa Corredor Vial Interoceánico del Sur

del MTC por un monto de quinientos mil dólares americanos (\$500,000.00) cada una, y una validez mínima de ciento veinte días (120) calendarios contados a partir de la presentación. No se aceptaran cartas fianzas de Financieras ni Seguros.

### **Evaluación de Ofertas**

Las propuestas se calificaran sobre un máximo de mil puntos (1000). Dentro del puntaje de la calificación total, la Propuesta Técnica tendrá un peso de treinta por ciento (30%) y el restante de setenta por ciento (70%) correspondiente a la Propuesta Económica.

Si en la propuesta técnica, el postor, no alcanza un mínimo de 60% del puntaje quedara descalificado. Cumpliendo las evaluaciones de jurado se procede a calificar

$$PE = \frac{OMB}{OP} * 1000,$$

donde:            **PE= Puntaje en P. Económica**  
**OMB= Oferta mas Baja (s/.)**  
**OP= Oferta Postor (s/.)**

Se considera La Propuesta mas Baja aquella que obtenga el mayor puntaje de calificación luego de Acumular los resultados correspondientes a las calificaciones de al Propuesta Técnica y la Propuesta Económica.

El puntaje final será:

$$PF = 0.30 * PT + 0.70 * PE,$$

donde:            **PF= Propuesta final**  
**PT= Propuesta Técnica**  
**PE= Propuesta Económica**

Cada Postor Presentara Dos Sobres (2) que contenga una La Propuesta Técnica y el otro la Propuesta Económica, la entidad responsable de la Gestión de Calidad debe presenciar y garantizar la transparencia **durante el proceso**, por tal razón la entidad debe ser una tercera que no tenga vínculos de ninguna clase con las entidades involucradas, esto origina la imparcialidad de la Licitación.

## EJECUCIÓN DE OBRA

Como primer paso en esta importante etapa es definir los **Puntos de Control** para actuar y controlar los procesos, que se deben realizar; se sugiere lo siguiente:

- Definir la entidad y quienes componen el equipo responsable de llevar la Gestión de Calidad Total en el Proyecto, teniendo las mismas cualidades del personal profesional especificado en las bases de la licitación; **se sugiere dos opciones del Equipo** de Ingenieros en La Gestión de Calidad, pueden ser una **entidad contratada sin vínculos** de ningún tipo con las entidades encargadas con la construcción y supervisión del proyecto; *pudiendo ser la entidad que llevo el control en el proceso de Licitación*, y la otra alternativa seria designar, esta responsabilidad a la misma **Supervisión, incluyendo este PIGC en el contrato firmado** con la entidad; llevando registros de procesos como se explicara posteriormente.
- Una vez definida la entidad responsable esta debe establecer las partidas para los puntos de control estratégicos, referidos a la ultima Parte del PIGC – Ejecución de OBRA

En esta etapa, las entidades, *construcción y supervisión*, deben presentar un documento de mutuo acuerdo que contenga los pasos y verificaciones completas a tener en cuenta en los procesos constructivos; por tal motivo **se sugiere que sea la Supervisión la encargada del PIGC.**

Seleccionar los puntos de acuerdo a montos seria el primer paso, luego podemos ver la secuencia de acuerdo las partidas y las especificaciones técnicas. En nuestro caso asignaremos partidas a partir de 100,000 soles según expediente técnico para realizar el PIGC. Esta parte del PIGC – Ejecución de OBRA se desarrollara formando en tres partes interrelacionadas entre si:

1. **Hoja de Entrada de OBRA**
2. **Puntos de Control**
3. **Diagramas de Flujo de Procesos y Hoja de Registro de Procesos**

**1) Hoja de Entrada de OBRA****Escogiendo los puntos de control del Proyecto en Estudio****PARTIDAS ORDENADAS POR MONTOS**

Ítem	Descripción	Unidad	Costo S/.
3.02	BASE GRANULAR e=0,2m	m3	2,357,220.33
5.07	CUNETAS REVESTIDAS INC. PERF. COMPAC Y JUNTAS	ml	2,145,199.60
3.06	ASFALTO SÓLIDO PEN 85/100	Gln	1,764,371.73
3.04	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE e=0,05m	m3	1,457,249.04
4.02	MATERIAL PARA RELLENO D > 1Km	m3-Km	843,427.77
2.01	CORTE PARA EXPLANACIONES	m3	617,457.66
3.03	IMPRIMACIÓN	m2	544,238.03
4.01	MATERIAL PARA RELLENO D < 1Km	m3-Km	485,231.41
3.05	ASFALTO LIQUIDO RC 250	Gln	380,493.38
2.02	CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES	m3	363,629.01
3.07	RELLENO MINERAL	Tn	356,439.48
1.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN	Glb	310,169.26
6.06	MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO	ml	232,200.30
4.04	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA D > 1KM	m3-Km	222,694.60
3.09	MANTO GEOTEXTIL	m2	140,655.02
5.06	ALCANTARILLAS		122,923.99
3.01	CAPA ANTICONTAMINANTE e=0,2m	m3	120,717.83
2.04	ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES DE CORTE EN BOTADEROS		113,013.19
5.05	CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND		90,843.18
5.09	ZANJAS DE CORONACIÓN	ml	80,095.60
2.06	DESQUINCHE MANUAL PARA ESTABILIZAR TALUDES	m3	76,236.16
5.03	ENCÓFRADO Y DESENCÓFRADO		53,859.05
5.16	LIMPIEZA DE CAUCE PARA ALCANTARILLAS	m3	44,639.98
2.05	ELIMINACIÓN DE DESMONTE Y DERRUMBES		40,352.29
6.01	SEÑALES PREVENTIVAS (0.60X0.60)	Und	34,788.60
6.05	GUARDIANÍAS NUEVAS INC. TERMINALES	ml	30,200.80
5.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	29,925.10
5.08	ZANJAS DE EVACUACIÓN	ml	23,652.58
5.11	ALVIADEROS PARA ALCANTARILLAS	m2	22,690.75
4.03	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA D < 1KM	m3-Km	22,523.89
3.08	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA	Kg	21,544.50
5.19	DREN DE TUBERÍA DE CEMENTO D=8"	ml	20,460.00
5.02	RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	m3	14,498.96
5.13	PROTECCIÓN PARA TUBERÍA METÁLICA EXISTENTE		11,482.16
5.04	ACERO REFUERZO	Kg	9,996.53
5.12	DREN DE PVC		9,314.91
5.17	DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS		6,941.54
5.15	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	m3	6,615.36
1.02	ACCESO A CANTERAS	Km	6,435.66
5.10	EMBOQUILLADO DE PIEDRA	m2	4,803.84
5.14	ADHESIVO EPOXICO	m2	4,491.06
2.03	EJECUCIÓN DE BANQUETAS	m3	2,858.86
6.04	HITOS KILOMÉTRICOS	Und	2,056.93
6.02	SEÑALES PREVENTIVAS (0.60X2.00)	Und	1,999.69
6.03	SEÑALES PREVENTIVAS (0.60X0.90)	Und	511.36
5.18	JUNTAS DE RELLENO ASFÁLTICO	ml	48.68

**Tabla 4-1**

Tesis: ESTUDIO DE CONTROL PARA MITIGAR LOS COSTOS DE NO CALIDAD (CNC) EN EL PROYECTO  
CARRETERA Yura-Patahuasi-Santa Lucía / TRAMO I- Yura Patahuasi Km.00+000-Km.53+000

Autor: W. Martín Canales Ayala

PARTIDAS ORDENADAS POR ÍTEM			
Ítem	Descripción	Unidad	Costo S/.
1.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN	Glb	310,169.26
1.02	ACCESO A CANTERAS	Km	6,435.66
2.01	CORTE PARA EXPLANACIONES	m3	617,457.66
2.02	CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES	m3	363,629.01
2.03	EJECUCIÓN DE BANQUETAS	m3	2,858.86
2.04	ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES DE CORTE EN BOTADEROS		113,013.19
2.05	ELIMINACIÓN DE DESMONTE Y DERRUMBES		40,352.29
2.06	DESQUINCHE MANUAL PARA ESTABILIZAR TALUDES	m3	76,236.16
3.01	CAPA ANTICONTAMINANTE e=0,2m	m3	120,717.83
3.02	BASE GRANULAR e=0,2m	m3	2,357,220.33
3.03	IMPRIMACIÓN	m2	544,238.03
3.04	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE e=0,05m	m3	1,457,249.04
3.05	ASFALTO LIQUIDO RC 250	Gln	380,493.38
3.06	ASFALTO SÓLIDO PEN 85/100	Gln	1,764,371.73
3.07	RELLENO MINERAL	Tn	356,439.48
3.08	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA	Kg	21,544.50
3.09	MANTO GEOTEXTIL	m2	140,655.02
4.01	MATERIAL PARA RELLENO D < 1Km	m3-Km	485,231.41
4.02	MATERIAL PARA RELLENO D > 1Km	m3-Km	843,427.77
4.03	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA D < 1KM	m3-Km	22,523.89
4.04	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA D > 1KM	m3-Km	222,694.60
5.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	29,925.10
5.02	RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	m3	14,498.96
5.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO		53,859.05
5.04	ACERO REFUERZO	Kg	9,996.53
5.05	CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND		90,843.18
5.06	ALCANTARILLAS		122,923.99
5.07	CUNETAS REVESTIDAS INC. PERF. COMPAC Y JUNTAS	ml	2,145,199.60
5.08	ZANJAS DE EVACUACIÓN	ml	23,652.58
5.09	ZANJAS DE CORONACIÓN	ml	80,095.60
5.10	EMBOQUILLADO DE PIEDRA	m2	4,803.84
5.11	ALVIADEROS PARA ALCANTARILLAS	m2	22,690.75
5.12	DREN DE PVC		9,314.91
5.13	PROTECCIÓN PARA TUBERÍA METÁLICA EXISTENTE		11,482.16
5.14	ADHESIVO EPOXICO	m2	4,491.06
5.15	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	m3	6,615.36
5.16	LIMPIEZA DE CAUCE PARA ALCANTARILLAS	m3	44,639.98
5.17	DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS		6,941.54
5.18	JUNTAS DE RELLENO ASFÁLTICO	ml	48.68
5.19	DREN DE TUBERÍA DE CEMENTO D=8"	ml	20,460.00
6.01	SEÑALES PREVENTIVAS (0.60X0.60)	Und	34,788.60
6.02	SEÑALES PREVENTIVAS (0.60X2.00)	Und	1,999.69
6.03	SEÑALES PREVENTIVAS (0.60X0.90)	Und	511.36
6.04	HITOS KILOMÉTRICOS	Und	2,056.93
6.05	GUARDIANÍAS NUEVAS INC. TERMINALES	ml	30,200.80
6.06	MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO	ml	232,200.30

Tabla 4-2

Como se puede notar tenemos las Partidas mas significativas económicamente hablando, pero eso no significa un aislamiento de ellas en el control y seguimiento, ya que todo tiene un orden y proceso constructivo; esto solo es un indicador del énfasis a poner en estas partidas para asegurar la inversión en estas.

Una vez establecidos las Partidas, se deberán poner mayor énfasis y precisiones en los procedimientos constructivos; a la vez se debe de elaborar una **Hoja de Entrada a Obra**. Con este control las empresas pueden detectar fácilmente al obrero ejecutor de alguna tarea y el equipo con el material utilizado y revisado, de acuerdo a los expedientes técnicos.

## **2) Puntos de Control**

En esta parte se describirá los puntos de control de acuerdo a las Especificaciones Técnicas en coordinación tanto con la **Parte Constructora** o Ejecutora y la **parte Supervisora**, elaborando así una secuencia lógica en los procesos constructivos adecuados a la zona de la Obra, **este paso es importante** porque quedara establecido para la OBRA.

Por tal motivo es necesario tener Estudios Completos y que abarquen casi todos los casos poco comunes en cuanto a Ingeniería en su totalidad; esto permitirá reducir los posibles costos Adicionales en el Proyecto.

## **3) Diagramas de Flujo de Procesos y Hoja de Registro de Procesos**


A continuación la documentación propuesta será aplicada al proyecto en estudio, debemos mencionar que, para mantener una secuencia de procesos y asegurar la correcta elaboración, se deben tomar también las partidas que están ubicadas entre las partidas seleccionadas, ya que es una secuencia constructiva.

El llenado y registro en estas hojas, es tarea netamente de la Entidad encargada; no se pretende reemplazar el Cuaderno de Obra por este registro, que es parte de Gestión de Calidad Total, sino que la función principal de esta documentación es la garantía de las tareas realizadas en el sector o tramo trabajado apoyado por el VºBº del Ing. Residente y el Ing. Supervisor a si como la entidad de la Gestión, luego se presentara una hoja con el Resumen de todas las Hojas llamado **LISTADO DE DOCUMENTOS PIGC**.

El Cuaderno de Obra tiene un mayor margen, pero esta documentación solo asegura el avance correcto y seguro en el proceso constructivo. Puede parecer una documentación innecesaria frente a la Supervisión pero en inversiones es de importancia considerable que minimiza los riesgos, mitiga las posibles causas de fallas.

En nuestro caso, hubo fallas evidentes en el proyecto y es por eso que el aseguramiento es una buena inversión. Presentaremos algunas de las más importantes partidas escogidas como puntos de control, en la cual se debió tomar acción de seguridad en los procesos, asesorando y contribuyendo a la fluidez del trabajo.

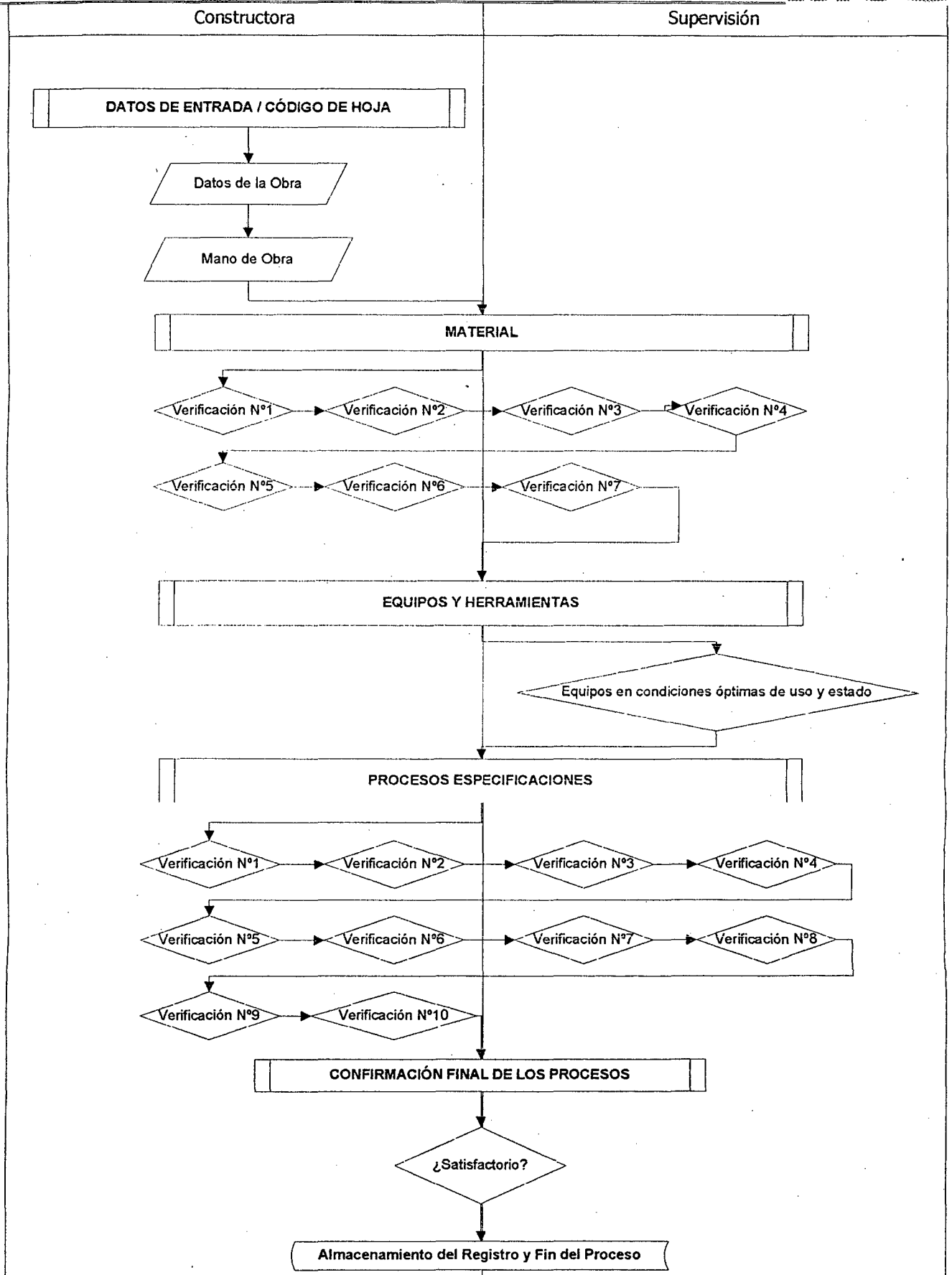


<b>Cuadro 4-1</b>	<b>HOJA DE ENTRADA: Relación de Personal</b>		N°1 / MTC – PROVIAS – PERT / 01 – ED 01
<b>OBRA</b>	Rehabilitación de la Carretera YURA PATAHUASI SANTA LUSIA, tramo I, Km.00+000 - Km. 53+000		
<b>UBICACIÓN</b>	Departamento de Arequipa		
<b>ENTIDAD EJECUTORA</b>	Asociación GUTSA CONSTRUCCIONES S.A. DE C.V. - ARAMSA CONTRATISTAS GENERALES		
<b>ENTIDAD SUPERVISORA</b>	Asociación HIDROSERVICE - HOB Proyecto Yura		
<b>ENTIDAD CONTRATANTE</b>	Ministerio de Transportes y Comunicaciones / por medio del Programa Corredor Vial Interoceánico del Sur-PCVS		

Ingenieros Supervision		CIP	DNI	Firma
Jefe de Supervision del Tramo I	Ing. Mario Peralta Gibaja			
Costos y Presupuesto	Ing. Julio E. Bermúdez Romero			
Explanaciones	Ing. Oscar Salcedo Campos			
Suelos y Pavimentos	Ing. Ivan de Almeida			
Obras de arte y Drenaje	Ing. Carlos Perez Calderón			
Administrador	Sr. Carlos Gonzales Del Aguila			

Ingenieros Contratistas		CIP	DNI	Firma
Residente de Obra	Ing. Renato Mateus Quintanilla			
Costos y Presupuestos	Ing. Alfredo Quiroz			
Explanaciones	Ing. Luis Marina			
Suelos y Pavimentos	Ing. Miguel Ochoa			
Impacto ambiental y Seguridad	Ing. Mario Rodriguez			
Administrador	Sr. Jesús Portugal			

Personal de Obra	CODIGO	Nombre	Detalles/Especialidad	DNI	Firma
Maestros de obra	MA-01	TORRES CASTRO FREDY		09583354	
	MA-02	TAPIA ZANABRIA CECILIO		10640961	
Operarios	OP-01	CASTAÑEDA JAUREGUI CARLOS		80302881	
	OP-02	VERA QUINTANO HILGARD		41593481	
	OP-03	LOBATON ZALAZAR TITO		08909880	
Oficiales	OF-01	FONSECA MARCELO TITO		10482186	
	OF-02	MANRRIQUE CACERES CHARLY		42559376	
	OF-03	CONTRERAS JIMENEZ JHONNY		43392658	
	OF-04	SAYAJO FLORES BACILIO		20522771	
	OF-05	ALARCON ARANGO ABRAHAM		08349116	
Capatazes	CA-01	ALVITES SEGUNDO LUIS		10643437	
	CA-02	VERA BRAVO MARCOS A.		08399168	
	CA-03	OBREGON BLAS FERNANDO		42646282	
	CA-04	CHUSE CONDORI ALEJANDRO		09125146	
Peones	PE-01	MANSILLA QUIJANO JESUS		09135217	
	PE-02	HUARCAYA VENTURA ROGELIO		09254394	
	PE-03	SULCA TOMAYLLA RAUL		80181905	
	PE-04	ALARCON GARAMENDI ALEJANDRO		10085881	
	PE-05	CASTILLO REYES ELMO		03486155	
	PE-06	BALBIN MEDINA MARIO		09245442	
	PE-07	TORRES CASTRO CHARLES		8356077	
	PE-08	TINTAYA FLORES DANIEL		8266270	



CUADRO 4-4

## LISTADO DE DOCUMENTOS PIGC


 REPÚBLICA  
DEL PERÚ

Nº	Nombre	Código	Nº de HOJA	Detalle
1	REGISTRO DE ENTRADA A OBRA - Relación de Personal	MTC - PROVIAS - PERT / 01 - ED 01		Listado de Personal Técnico y Profesional por especialidad
2	CORTES Y EXPLANACIONES	MTC - PERÚ / DF - 01 Ed 01		
3	CONFORMACION DE TERRAPLENES	MTC - PERÚ / DF - 02 Ed 01		
4	BASE GRANULAR e=20cm	MTC - PERÚ / DF - 03 Ed 02		
5	IMPRIMACION	MTC - PERÚ / DF - 04 Ed 02		
6	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE	MTC - PERÚ / DF - 06 Ed 03		
7	CUNETAS REVESTIDAS INC. PERF. COMPAC y JUNTAS	MTC - PERÚ / DF - 06 Ed 03		
8	CORTES Y EXPLANACIONES	MTC - PERÚ / HR Nº 01 - DF - 01	1	Cobertura del Km 03+250 - Km 05+450
9	CORTES Y EXPLANACIONES	MTC - PERÚ / HR Nº 01 - DF - 01	2	Cobertura del Km 05+451 - Km 07+750
10	CORTES Y EXPLANACIONES	MTC - PERÚ / HR Nº 01 - DF - 01	3	Cobertura del Km 07+751 - Km 09+005
11	CORTES Y EXPLANACIONES	MTC - PERÚ / HR Nº 01 - DF - 01	4	Cobertura del Km 22+250 - Km 23+500
12	CORTES Y EXPLANACIONES	MTC - PERÚ / HR Nº 01 - DF - 01	5	Cobertura del Km 33+250 - Km 36+450
13	CORTES Y EXPLANACIONES	MTC - PERÚ / HR Nº 01 - DF - 01	6	Cobertura del Km 50+250 - Km 51+450
14	CONFORMACION DE TERRAPLENES	MTC - PERÚ / Nº 02 - DF - 02	1	Cobertura del Km 00+250 - Km 02+450
15	CONFORMACION DE TERRAPLENES	MTC - PERÚ / Nº 02 - DF - 02	2	Cobertura del Km 10+250 - Km 12+455
16	CONFORMACION DE TERRAPLENES	MTC - PERÚ / Nº 02 - DF - 02	3	Cobertura del Km 13+250 - Km 15+000
17	CONFORMACION DE TERRAPLENES	MTC - PERÚ / Nº 02 - DF - 02	4	Cobertura del Km 15+250 - Km 17+400
18	CONFORMACION DE TERRAPLENES	MTC - PERÚ / Nº 02 - DF - 02	5	Cobertura del Km 17+400 - Km 19+400
19	CONFORMACION DE TERRAPLENES	MTC - PERÚ / Nº 02 - DF - 02	6	Cobertura del Km 20+950 - Km 22+850
20	CONFORMACION DE TERRAPLENES	MTC - PERÚ / Nº 02 - DF - 02	7	Cobertura del Km 22+750 - Km 25+850
21	CONFORMACION DE TERRAPLENES	MTC - PERÚ / Nº 02 - DF - 02	8	Cobertura del Km 30+250 - Km 32+955
22	CONFORMACION DE TERRAPLENES	MTC - PERÚ / Nº 02 - DF - 02	9	Cobertura del Km 33+250 - Km 35+920
23	CONFORMACION DE TERRAPLENES	MTC - PERÚ / Nº 02 - DF - 02	10	Cobertura del Km 45+500 - Km 48+000
24	CONFORMACION DE TERRAPLENES	MTC - PERÚ / Nº 02 - DF - 02	11	Cobertura del Km 48+250 - Km 52+350
25	BASE GRANULAR e=20cm	MTC - PERÚ / Nº 03 - DF - 03	1	Cobertura del Km 03+250 - Km 05+450
26	BASE GRANULAR e=20cm	MTC - PERÚ / Nº 03 - DF - 03	2	Cobertura del Km 10+250 - Km 12+455
27	BASE GRANULAR e=20cm	MTC - PERÚ / Nº 03 - DF - 03	3	Cobertura del Km 15+250 - Km 17+400
28	BASE GRANULAR e=20cm	MTC - PERÚ / Nº 03 - DF - 03	4	Cobertura del Km 20+950 - Km 22+850
29	BASE GRANULAR e=20cm	MTC - PERÚ / Nº 03 - DF - 03	6	Cobertura del Km 30+250 - Km 32+855
30	BASE GRANULAR e=20cm	MTC - PERÚ / Nº 03 - DF - 03	6	Cobertura del Km 33+250 - Km 35+920
31	BASE GRANULAR e=20cm	MTC - PERÚ / Nº 03 - DF - 03	7	Cobertura del Km 45+500 - Km 48+000
32	BASE GRANULAR e=20cm	MTC - PERÚ / Nº 03 - DF - 03	10	Cobertura del Km 50+250 - Km 52+460
33	IMPRIMACION	MTC - PERÚ / Nº 04 - DF - 04	1	Cobertura del Km 03+250 - Km 17+400
34	IMPRIMACION	MTC - PERÚ / Nº 04 - DF - 04	2	Cobertura del Km 20+950 - Km 35+920
35	IMPRIMACION	MTC - PERÚ / Nº 04 - DF - 04	3	Cobertura del Km 45+500 - Km 52+460
36	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE	MTC - PERÚ / Nº 05 - DF - 05	1	Cobertura del Km 03+250 - Km 08+000
37	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE	MTC - PERÚ / Nº 05 - DF - 05	2	Cobertura del Km 08+000 - Km 17+400
38	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE	MTC - PERÚ / Nº 05 - DF - 05	3	Cobertura del Km 20+950 - Km 30+000
39	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE	MTC - PERÚ / Nº 05 - DF - 05	4	Cobertura del Km 30+000 - Km 35+920
40	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE	MTC - PERÚ / Nº 05 - DF - 05	5	Cobertura del Km 45+500 - Km 48+740
41	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE	MTC - PERÚ / Nº 05 - DF - 05	6	Cobertura del Km 48+740 - Km 52+460
42	CUNETAS REVESTIDAS INC. PERF. COMPAC y JUNTAS	MTC - PERÚ / Nº 06 - DF - 06	1	Cobertura del Km 03+250 - Km 08+000
43	CUNETAS REVESTIDAS INC. PERF. COMPAC y JUNTAS	MTC - PERÚ / Nº 06 - DF - 06	2	Cobertura del Km 08+500 - Km 12+200
44	CUNETAS REVESTIDAS INC. PERF. COMPAC y JUNTAS	MTC - PERÚ / Nº 06 - DF - 06	3	Cobertura del Km 12+250 - Km 19+450
45	CUNETAS REVESTIDAS INC. PERF. COMPAC y JUNTAS	MTC - PERÚ / Nº 06 - DF - 06	4	Cobertura del Km 21+855 - Km 25+000
46	CUNETAS REVESTIDAS INC. PERF. COMPAC y JUNTAS	MTC - PERÚ / Nº 06 - DF - 06	5	Cobertura del Km 29+690 - Km 35+110
47	CUNETAS REVESTIDAS INC. PERF. COMPAC y JUNTAS	MTC - PERÚ / Nº 06 - DF - 06	6	Cobertura del Km 36+400 - Km 39+820
48	CUNETAS REVESTIDAS INC. PERF. COMPAC y JUNTAS	MTC - PERÚ / Nº 06 - DF - 06	7	Cobertura del Km 39+950 - Km 45+950
49	CUNETAS REVESTIDAS INC. PERF. COMPAC y JUNTAS	MTC - PERÚ / Nº 06 - DF - 06	8	Cobertura del Km 48+320 - Km 52+500

## MANTENIMIENTO

El mantenimiento es una parte importante en estos proyectos, en el proyecto de la carretera Yura Patahuasi, terminado el 2003 por los problemas presentados, no se tiene un programa de mantenimiento, en la actualidad se tiene por concepto de mantenimiento a la limpieza y cuidados; quizás se debe al poco monto económico asignado a este sector.

Pero no se tiene un análisis anual de las características de pavimento para poner aquello que necesita ser puesto en mantenimiento y tener en condiciones óptimas el servicio durante el tiempo de su vida útil.

El mantenimiento se hace cada cuatro a cinco (4-5) años en las carreteras, es decir se espera que las carreteras estén totalmente deterioradas en los sectores afectados para poder cambiar y rehabilitar el sector, siendo el gasto mayor para mayores proporciones.

La entidad responsable debe dar mantenimiento a las carreteras continuamente y asignar presupuestos para las labores a realizar. En los proyectos de carreteras el mantenimiento es radicalmente importante para no generar gastos desproporcionados en los próximos años.

Es competencia de la entidad responsable el hacer un plan estratégico para realizar mantenimiento periódico en las carreteras, no escatimando lo necesario para su conservación, básicamente sería encontrar los Puntos de Control y realizar una hoja de seguimiento de procesos.

---

## **Capítulo 5: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PIGC EN EL PROYECTO**

En este último capítulo se verá la parte económica de Plan Integral de Gestión de Calidad (**PIGC**) para mitigar los costos de no Calidad en el Proyecto de la Carretera Yura Patahuasi.

Formaremos comparaciones entre lo gastado desde el inicio del proyecto tratando de establecer la importancia que tendría asegurar las inversiones del Estado Peruano, incorporando una Gestión de Calidad donde la inspección o muestras de laboratorios es solo una parte de su estructura total.

### 5.1- DEDUCCIÓN DEL MONTO A ASIGNAR

Los montos asignados serán tomados en base al salario mensual aproximado y por etapas en la estructura de Gestión de Calidad mencionada en el capítulo previo.

Este es un cuadro proyectado de los gastos que podría tener la entidad responsable de la Gestión de Calidad, sobre el cuadro debemos decir lo siguiente:

- Los precios bases son tomados de acuerdo al costo en el año 1998 donde se licito y preparo la actualización del estudio técnico.
- Se esta dando una importancia a la etapa de estudios y expediente técnico, para una revisión minuciosa; consideramos básico fortalecer los estudio para diseñar, proponer y garantizar el buen trabajo, un mal estudio genera gastos extras y eleva el costo real final de la obra no previsto.
- El ítem de movilidad se considera los costos de combustible, alquiler y viáticos de los Ingenieros encargados para la Obra, cubriendo también el gasto en la inspección y control mismo a lo largo de la carretera.
- El ítem Varios se relaciona con los gastos de documentación y utilería para preparar informes, trabajos de oficina para imprimir y alquileres de computadora, etc.
- La ejecución tiene a prolongarse y ampliar plazos, aquí puede existir una variación del costo.

Pruebas de Laboratorio			SUB BASE		BASE		CARPETA	
			Nº de ensayos	Costo	Nº de ensayos	Costo	Nº de ensayos	Costo
NORMA	TIPO	COSTO S/.						
ASTM C-136	Análisis granulométrico por Tamizado	55	30	1,650.00				
ASTM C-117	Material que pasa la malla N°200	35	20	1,800.00				
ASTM C-131	Abrasión por medio de la Maquina de Ángeles (<1-1/2")	90	30	1,950.00				
ASTM D-2419	Equivalente de Arena	65					70	28,000.00
ASTM D-2172	Lavado Asfáltico + Granulometría	400					35	1,575.00
	Peso Unitario	45					35	2,800.00
ASTM D-1664	Ensayo de Adherencia (afinidad agregado grueso - asfalto)	80	30	1,350.00			54	2,430.00
ASTM D-1556	Densidad mediante el cono y la arena	45	30	3,450.00				
AASHTO M-145	Clasificación AASHTO - Incluye granulometría, LL, LP	115	30	3,450.00				
ASTM - D-2487	Clasificación SUCS - Incluye granulometría, LL, LP	115	30	7,800.00	25	6,500.00		
ASTM - D-1883	C.B.R. (incluye PROCTOR MODIFICADO)	260			22	2,640.00		
ASTM - D-4254	Densidad Mínima y Máxima	120	<b>SUMA</b>	<b>22,500.00</b>	<b>SUMA</b>	<b>9,140.00</b>	<b>SUMA</b>	<b>34,805.00</b>
							<b>TOTAL</b>	<b>66,445.00</b>

**Tabla 5-1: Deducción de los ensayos en el control**

Esta proyección de los números de ensayo, fue tomando como base la Evaluación que tuvo lugar el año 2002; aquí se estimo del numero de Kilómetros evaluados a los Kilómetros totales, puede tomarse como un promedio para fines de tener un monto a asignar a ensayos de control.

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>Costo Semanal</b>	<b>Nº de Semana</b>	<b>Parcial</b>	<b>Sub Total</b>
<b>Estudios Previos</b>				
Jefe del Control de Calidad	2,400.00	2.00	4,800.00	
Técnico	1,250.00	2.00	2,500.00	
Movilidad	3,000.00	2.00	6,000.00	
Varios	665.00	2.00	1,330.00	<b>14,630.00</b>
<b>Expediente Técnico</b>				
Jefe del Control de Calidad	1,800.00	3.00	5,400.00	
Ing. Suelos y Pavimentos	1,000.00	3.00	3,000.00	
Ing. Esp. Obras de Arte Técnico	1,000.00	3.00	3,000.00	
Técnico	750.00	3.00	2,250.00	
Movilidad	1,250.00	3.00	3,750.00	
Varios	580.00	3.00	1,740.00	<b>19,140.00</b>
<b>Licitación</b>				
Jefe de Proyecto	1,300.00	0.50	650.00	
Ing. Costos	1,000.00	0.50	500.00	
Ing. De Estudios	1,000.00	0.50	500.00	<b>1,650.00</b>
<b>Ejecución</b>				
Jefe de Proyecto	1,250.00	120.00	150,000.00	
Administrativo	950.00	120.00	114,000.00	
Pruebas Laboratorio			<b>66,445.00</b>	
Movilidad	1,500.00	120.00	180,000.00	
Varios	370.00	120.00	44,400.00	<b>554,845.00</b>
<b>Sub Totales</b>				<b>590,265.00</b>
<b>IGV</b>				<b>112,150.35</b>
<b>TOTAL</b>				<b>702,415.35</b>

**Tabla 5-2: Monto Económico para el PIGC**

Este monto debe ser **incluido** en los metrados generales y tener así un porcentaje del presupuesto referencial asignado a la Gestión de Calidad.

Mediante un cuadro, que resume todos los datos de la obra analizados y presentados en los capítulos anteriores del presente trabajo de investigación, marcaremos los montos asignados a las distintas etapas del proyecto y notaremos los respectivos porcentajes reflejando así la importancia de estos es el Proyecto.



**Proyecto Real sin PIGC**

<b>GASTOS REAL DE LA OBRA</b>	
<b>Estudio y Expediente Técnico</b>	66,250.66
<b>Monto de Obra (Exp Tec)</b>	19,493,919.33
<b>Monto agregado (pos Licitación)</b>	2,885,126.94
<b>Adicionales</b>	13,635,672.09
<b>Reparación</b>	7,248,894.28
<b>Culminación</b>	12,749,448.97
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>56,079,312.27</b>

**Tabla 5-3: Gasto Real d la Obra Sin PIGC**

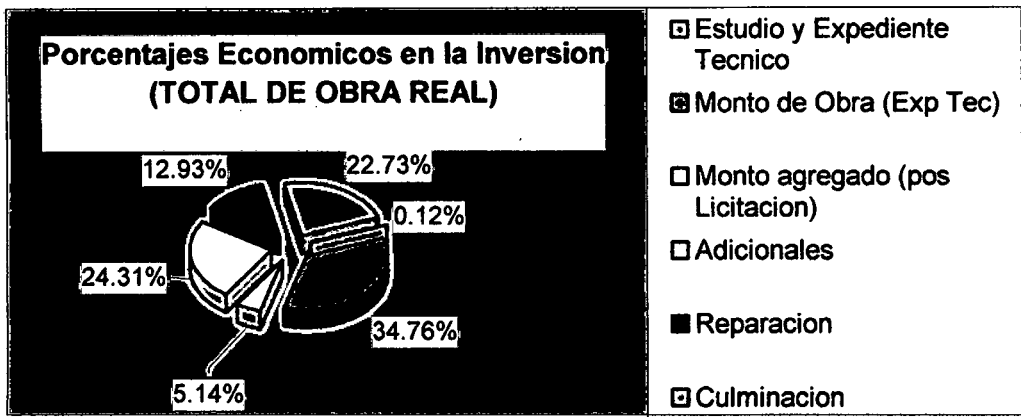
Podemos mencionar lo siguiente sobre la tabla presentada:

- El ítem de **Reparación** que asciende a siete millones doscientos cuarenta y ocho mil ochocientos noventa y cuatro con 28/100 nuevos soles (S/. 7'248,894.28) es el costo que debería mitigarse mediante La Gestión de Calidad y aseguramiento de Procesos.
- Analizaremos el Costo del ítem de **Estudio y Expediente Técnico**:

	<b>Porcentajes</b>		
	<b>Total de Obra</b>	<b>Total de Obra mas Adicionales</b>	<b>Total de Obra Real</b>
<b>Estudio y Expediente Técnico</b>	0.30%	0.18%	0.12%
<b>Monto de Obra (Exp Tec)</b>	86.85%	54.03%	34.76%
<b>Monto agregado (pos Licitación)</b>	12.85%	8.00%	5.14%
<b>Adicionales</b>		37.79%	24.31%
<b>Reparación</b>			12.93%
<b>Culminación</b>			22.73%
	100.00%	100.00%	100.00%

**Tabla 5-4: Porcentajes de partes referidos a totales de obra sin PIGC**

En cada caso el costo no supera en uno por ciento (1%), ese tema es fundamental, ya que no tenemos base para ejecutar un buen trabajo y por ende tampoco un control en la Gestión de Calidad óptimo, siempre tendremos inconvenientes de parte de la entidad constructora ya que es notoria las ausencias y los resultados finales lo comprueba.



**Gráfico 5-1: Porcentajes Económicos en la Inversión sin PIGC**

Aquí debemos mencionar que el implemento del Control de Calidad hubiera detectado estas ausencias en el estudio, dando solución al problema y así conseguir un proyecto mas sólido teniendo un margen menor de incremento adicional al costo que se tuvo.

Los trabajos se deben realizar garantizando la obra, los adicionales que son sustentados son validos; pero son considerados costos de no calidad ya que fueron detectados luego del inicio de obra y de omitirlos el resultado final sería de No Calidad. Si estos "Adicionales" hubiesen sido incluidos antes del inicio de obra, pasarían a ser Costos de Calidad ya que hubiesen estado sujetos inicialmente a un PIGC; por tal razón es mejor saber de antemano cual será la inversión total en el proyecto y así no arriesgarlo.

**Proyecto Real con PIGC**

Implementando PIGC podemos obtener los siguientes resultados:

<b>GASTOS REAL DE LA OBRA</b>	
<b>Estudio y Expediente Técnico</b>	66,250.66
<b>Monto de Obra (Exp Tec)</b>	19,493,919.33
<b>Monto agregado (pos Licitación)</b>	2,885,126.94
<b>Gestión de La Calidad</b>	702,415.35
<b>Adicionales</b>	13,635,672.09
<b>Culminación</b>	12,749,448.97
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>49,532,833.34</b>

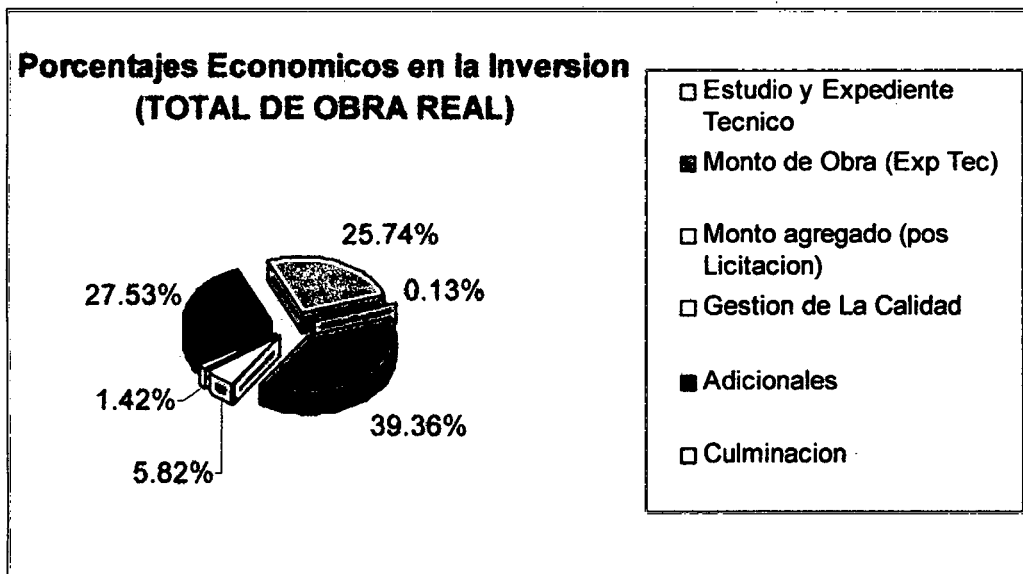
**Tabla 5-5: Gasto Real d la Obra Con PIGC**

La Implementación garantiza los procesos constructivos y reduce hasta eliminar las posibles fallas futuras, por esa razón se eliminó el ítem de **Reparación**, además se debe **aumentar el monto destinado al estudio** para tener un estudio sólido y confiable que refleje realmente el trabajo a realizar y su costo real a invertir.

El sistema de control es parte de una Gestión Integral de Calidad en todo el Ciclo de Vida del Proyecto.

	Porcentajes		
	Total de Obra	Total de Obra mas Adicionales	Total de Obra Real
Estudio y Expediente Técnico	0.29%	0.18%	0.13%
Monto de Obra (Exp Tec)	84.22%	53.00%	39.36%
Monto agregado (pos Licitación)	12.46%	7.84%	5.82%
Gestión de La Calidad	3.03%	1.91%	1.42%
Adicionales		37.07%	27.53%
Culminación			25.74%
	100.00%	100.00%	100.00%

**Tabla 5-6: Porcentajes de partes referidos a totales de obra sin PIGC**



**Gráfico 5-2: Porcentajes Económicos en la Inversión sin PIGC**

## 5.2 - COMPARACION ECONOMICA

Los Costos Directos, tales como los Adicionales de la Obra, son Costos que conocidos antes o después deben de invertirse para el resultado final satisfactorio, pero la diferencia radica en el Aseguramiento de esta inversión, ya que conocerlos antes de la ejecución nos permite tener un panorama más amplio de los trabajos a realizar y hacer un PIGC completo.

<b>Gestión de La Calidad</b>	<b>702,415.35</b>
<b>Reparación</b>	<b>7,248,894.28</b>

El Análisis cuantitativo de los Gastos Refleja lo siguiente:

<b>TOTAL GENERAL Licitación</b>	<b>22,445,296.93</b>
<b>TOTAL GENERAL FINAL</b>	<b>56,079,312.27</b>
<b>Diferencia: Costo de No Calidad</b>	<b>33,634,015.34</b>

**Tabla 5-7: Costos de no Calidad (CNC) deducido**

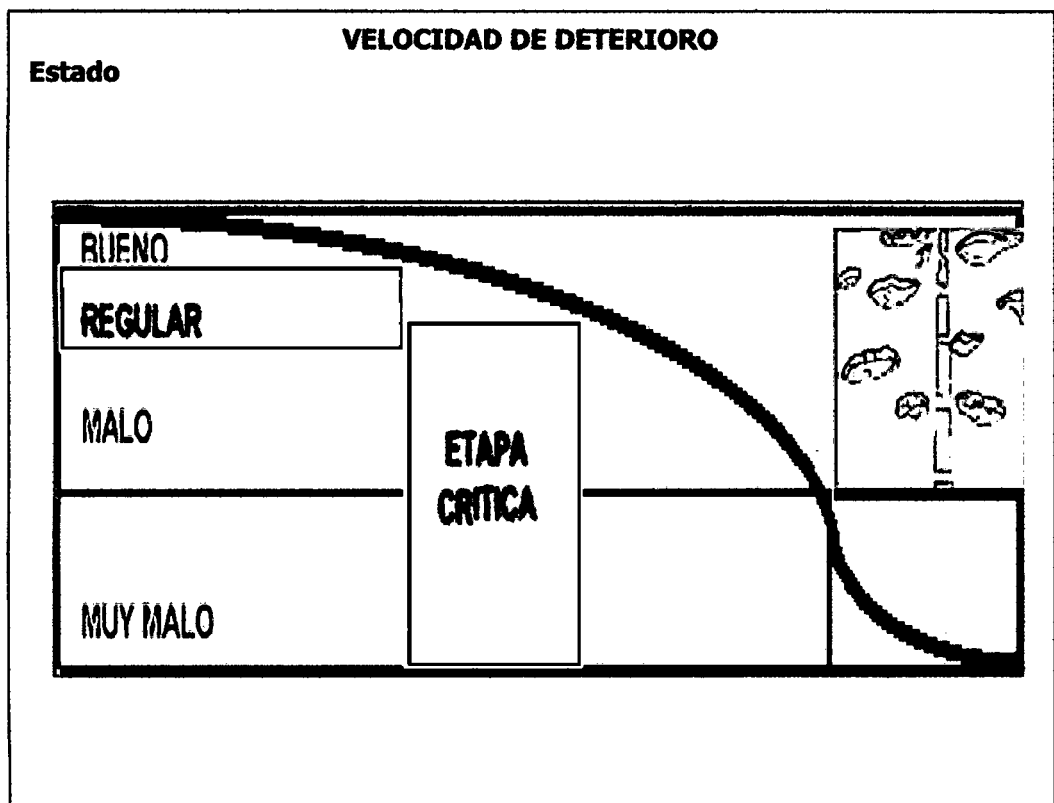
**Esto nos dice que el Plan Integral de Gestión de Calidad es una inversión favorable para el Proyecto** cuando se implementa. Adicionándolo a la labor de Supervisión, mediante contrato suscrito para que sea cumplido, se podría **asegurar y reducir casi en su totalidad aquellos costos de NO Calidad.**

Existen **Costos INDIRECTOS** que no son calculados en el presente Estudio, pero que son referidos a los beneficios que esta carretera trae al sector, es decir, el Retrazo de la Obra (Duración del Proyecto desde 1995 – 2003) perjudica a la sociedad retrazando también su economía. Estos Costos Indirectos **aumentan** aquellos costos deducidos de **NO Calidad (s./33'634,015.34)** en esta Obra; marcando así la importancia de un Plan Integral de Gestión de Calidad en el Proyecto.

### 5.3 - EL MANTENIMIENTO

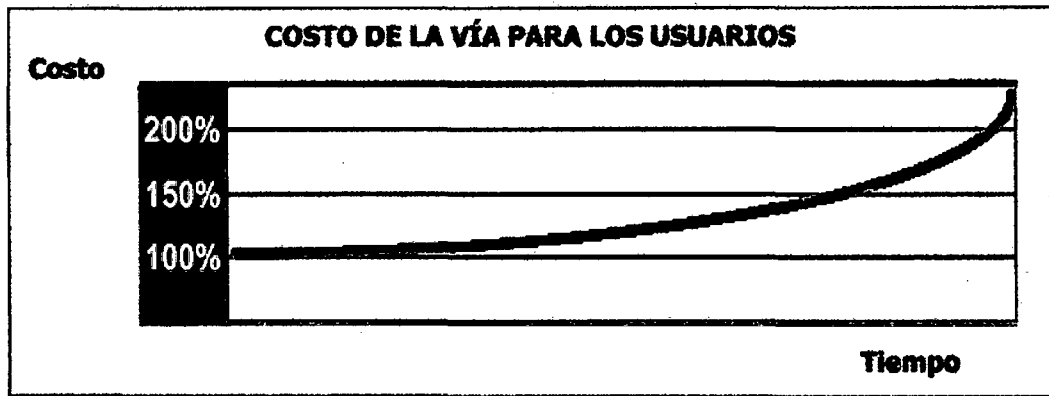
Un estudio realizado por el Ing. ALBERTO BULL llevado a cabo en el Salvador, organizado por la AGENCIA ALEMANA DE COOPERACIÓN TÉCNICA (GTZ) y la COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL), titulado **Mejorando la efectividad de la gestión de los fondos de conservación vial** resume mediante unos cuadros ilustrativos que el mantenimiento es gravitante para la economía de un país\*.

El siguiente grafico mostrado, esta sustentado por estudios y estadísticas económicas, muestra lo que costaría a los usuarios el hacer uso de una vía no conservada ni mantenida en buen estado, este grafico refleja el costo pero también puede reflejar fácilmente el deterioro físico del pavimento, en ambos casos aumenta con en tiempo.



**Gráfico 5-3: Velocidad de Deterioro**

\* Bull, Alberto; Mejorando la efectividad de la Gestión de los fondos de conservación vial; organizado: GTZ (Agencia Alemana de Cooperación Técnica) y CEPAL (Comisión Económica para América Latina y Caribe); El Salvador; 2000



**Gráfico 5-4: Costo de la Vía para los Usuarios**

En el cuadro podemos apreciar la velocidad de deterioro y la etapa donde se debe tomar acciones de mantenimiento en las carreteras. Es en la etapa crítica donde se debe implementar un plan de mantenimiento en las carreteras, para no llegar de manera acelerada al límite de su vida útil.

**Otro punto importante** mencionado en este congreso fue:

- Cuando las redes viales están en malas condiciones cada Dólar \$ "ahorrado" en la conservación vial cuesta:
  - o \$3 más en costos de operación vehicular para los usuarios.
  - o \$3 en costos de reconstrucción y rehabilitación para la administración vial.

La Perdida Económica entre 1% y 3% del producto interno bruto (PIB) se consume cada año inútilmente en costos adicionales de operación vehicular y rehabilitación vial.

Tomando en cuenta otros factores, las pérdidas aumentan fácilmente al doble y considerando el bajo crecimiento económico de algunos países en la región, una buena conservación puede contribuir al crecimiento económico.

El patrimonio vial es uno de los mayores tesoros económicos de cualquier país, ocupando generalmente el primer o segundo lugar de las inversiones públicas, asciende a varios miles o decenas de miles de millones de dólares; es importante guardar y mantener este sector ya que los Costos Indirectos suelen afectar directamente a la Población del Sector.

---

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

---

## **CONCLUSIONES**

**Limitación Conceptual**, en el proyecto analizado no se tuvo un concepto real de la calidad y control, solo se enmarcó en pruebas; los motivos pudieron ser de índole económica, pensando ser “económicos” al ahorrar en esta etapa de Control sin implementar un Plan Integral de Gestión de Calidad (PIGC).

**EL PIGC tiene un objetivo**, el cual es garantizar la calidad de la Obra al ser entregada; de esta manera la inversión es asegurada, este plan debe ser tomado como parte interna del proyecto, siendo una tarea obligatoria dentro de este.

**La Tarea de Supervisión fue insatisfactoria**, errores de espesor de Base Granular y Carpeta tan notorios son negligencia del mal trabajo o la mala ejecución, responsabilidad directa del constructor; pero es mayor responsabilidad de la Supervisor, esta debió detectar estas fallas, exigir su corrección y no permitir las, ya que su labor es controlar para que el resultado de la obra sea el óptimo sin necesidad de una intervención directa de la empresa o entidad contratante.

**Estudio deficiente**, este punto se refiere a las ausencias que el estudio presento sin abarcar sectores que también formarían parte del proyecto, es decir, metrados no reales, obras de arte de mayor longitud, que luego se añadieron; estos debieron ser considerados en el estudio y así evitar el Adicional tan elevado que se presento y aprobó posterior al inicio de obra.

**Contratos limitantes debido al poco presupuesto**, los puntos de contrato son limitados debido al bajo monto destinado a la etapa de Estudio. Un mayor estudio requiere mayor inversión por los gastos a



realizar y esto no fue tomado en cuenta; por esta razón los sectores fueron medianamente estudiados. El poco respaldo económico, hace que los estudios no tenga el alcance que se necesita para tener una mayor visión antes del proyecto y no después de él; siendo este trabajo un ejemplo expuesto de la realidad.

**Control de Calidad debe ser apoyado por las Leyes**, una posible implementación de La Gestión de Calidad en el sector público, no tendría frutos si el Estado no incluye leyes que permitan a un **Plan Integral de Gestión de Calidad** en el Proyecto, que puede ser interna o externa a la entidad contratante. Es tomar acción y fortalecer la supervisión y construcción. Sería mal gastar dinero si esto se quiere hacer sin leyes o normas legales que lo respalden, ya que si no hay normas que permitan una intervención simplemente no se respetara.

**El Mayor problema no está en la parte técnica está en la parte legal**, las sanciones son muy débiles para los que incumplen los contratos o incurren en faltas con el Estado, las leyes permiten conducirlo todo a un juicio que puede dilatarse por varios años; **este caso** esta en litigio actualmente. Las sanciones suaves permiten quebrantar las Leyes porque se sabe de antemano que no traerán consecuencias graves.

**No existió Control en el proceso de construcción**, las fallas existieron y no se detectaron para poder corregirlas y poder continuar el trabajo correctamente, se desconocen lo motivos, pero los resultados y las fallas en el pavimento, que luego fueron reparados, fue lo que evidencia tamaño descuido, y se gasto 7 millones de soles más para resarcir ese error como se expuso.

**La Gestión de Calidad es más que un control**, es un PIGC (Plan Integral de Gestión de Calidad), este toma acciones en todos los aspectos para garantizar los pasos dados y en este caso, se asegura

la claridad y fluidez de los procesos en todo el Ciclo de Vida del Proyecto; la inversión en este aspecto es altamente rentable y favorable, la Gestión de Calidad comienza enseñando y termina enseñando; en cada obra debe revisarse los Planes y mejorarlos ya que, si en el tiempo no se tiene nuevas y mejores ediciones de este plan, significa que no se toma el Control de Calidad en forma seria.

**El mantenimiento de las vías debe mejorarse**, no debe solo limpiarse físicamente las vías sino debe darse un mantenimiento completo periódico para no reducir su vida útil. Los ahorros han demostrado ser, en esta etapa, una mala inversión.

**La inversión en la Gestión es necesaria**, tomar medidas para asegurar la Calidad de las obra es radicalmente importante cuando la inversión a proteger es alta; estamos tomando en cuenta el valor agregado que tienen los proyectos de Carreteras, impacto social y económico para la ciudades interconectadas, es necesario reconocer que la existencia de carreteras en buenas condiciones es inversamente proporcional al retraso económico del sector.

**El PIGC asegura la correcta ejecución de la parte Técnica y se traduce en Economía**, no seria efectivo tener un equipo técnico y profesional de alto nivel si el aseguramiento no existe, un descuido administrativo desvirtúa el trabajo y puede generar perdidas económicas altas.

**Los Costos Indirectos de la No Calidad**, son importantes pero muy poco tomados en cuenta, invertir en un PIGC para mitigar los costos de No Calidad es también eliminar los costos Indirectos, es decir, la ejecución eficiente de la obra, hasta su culminación, se vera reflejado en el impulso económico del sector beneficiado. Se generan perdidas

*altísimas si sumamos estos Costos Indirectos a los Costos Directos de la No Calidad; pero como no son visibles no se tiene una idea clara de estos y son pocas veces tomados en cuenta.*

**El pensamiento actual de la Calidad**, este debe ser trasladado eficientemente al sector público, en cuanto al tener una Política de Calidad y conceptos de Calidad claros así como también a la satisfacción total del trabajo. Debe tenerse un concepto empresarial donde todos apuntan a un mismo objetivo y no en direcciones opuestas.

## **RECOMENDACIONES**

**Fortalecer la supervisión**, se debe incluir en el contrato con las entidades Supervisoras una Gestión de Calidad conducida por un PIGC (Plan Integral de Gestión de Calidad) propuesto entre las partes Ejecutora y Supervisora y aprobado por la entidad Contratante, mencionado Plan puede ser administrado por una entidad interna o externa de la empresa contratante. Los reportes periódicos e interdiarios son elementales para tener un seguimiento indirecto desde el lugar de la empresa al lugar mismo de obra.

**Fortalecer el PIGC adicionándolo al marco legal y a los términos de contrato**, este trabajo es radicalmente necesario para darle la importancia que tiene, y debe insistirse para no tener pérdidas continuas en el sector Público referido a los adicionales o incumplimientos de contrato debido a ausencias técnicas de estudio en este tipo de Proyectos.

**Las leyes, normas y contratos**, no deben de importarse tal cuales son creadas en otro país, deben ser revisadas y pulidas para nuestra realidad en el sector construcción, en la actualidad es fácil dilatar un Juicio y, por ende, la sanción a una falta con el Estado. Siendo más drásticos y rápidos en las sanciones y claros en cuanto a términos técnicos y jurídicos se puede tener más control en la parte administrativa de la Gestión.

**Dar mayor énfasis a los estudios**, en los proyectos de Carreteras debe implementarse un seguimiento aún mayor a los estudios, partiendo de un aumento en su presupuesto para hacer completo todos los detalles existentes y que por restricción económica no se abarcan; es mejor

*acortar el alcance de un proyecto y hacerlo completo y seguro, que hacer incompleto un proyecto ambicioso y de alta inversión.*

**Esta etapa de Estudio debe tener un seguimiento,** el Equipo que la entidad contratante consideró idóneo, mencionado Equipo debe presentar la documentación que acredite el estudio realizado por aquella entidad que se contrato, mediante licitación, para realizar esta labor y revisar minuciosamente los detalles del proyecto para aprobar el Estudio hecho.

**Plan de cuidado y mantenimiento vial,** las entidades deben dar énfasis a la conservación en un plan anual de mantenimiento completo, puede incluirse un PIGC para el mantenimiento luego de la ejecución del Proyecto. La extensión de la vida útil de las carreteras trae economía al usuario.

**Comunicación fluida entre las partes,** es relevante propiciar una relación directa entre las partes Supervisora y Ejecutora, ambas deben apuntar al mismo objetivo y no en direcciones opuestas, una PIGC Coordinado previamente es el primer paso básico para el buen desenvolvimiento de esta actividad durante el tiempo de ejecución de la Obra.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Gómez Sánchez, Rubén; Calidad en la construcción (curso teórico), UNI, Perú, 2002.
- Huamán, Néstor; Pavimentos Flexibles (curso teórico), UNI, Perú, 2001.
- Gutiérrez, J. Wilfredo; Mecánica de Suelos aplicada a vías de transporte (curso teórico), UNI, Perú, 2002.
- MTC-Oficina de Control de Calidad, Evaluación Integral del Pavimento - carretera: Yura-Patahuasi-Santa Lucía Tramo Km. 25+000 – Km. 46 + 000, Pro Vías Nacional, Perú, Abril 2002.
- MTC-Dirección General de Caminos, Estudio de Factibilidad e Yura-Patahuasi-Santa Lucía Tramo Km. 00+000 – Km. 53 + 336, Pro Vías Nacional, Perú, Junio 1998.
- MTC-Dirección General de Caminos, Estudio de Factibilidad e Ingeniería definitiva, Volumen 2- *Metrados y Especificaciones Técnicas* – carretera: Yura-Patahuasi-Santa Lucía Tramo Km. 00+000 – Km. 53 + 336, Pro Vías Nacional, Perú, Junio 1998.
- MTC-Dirección General de Caminos, Estudio de Factibilidad e Ingeniería definitiva, Volumen 3- *Costos y Presupuestos* – carretera: Yura-Patahuasi-Santa Lucía Tramo Km. 00+000 – Km. 53 + 336, Pro Vías Nacional, Perú, Junio 1998.
- MTC-Dirección General de Caminos, Estudio de Factibilidad e Ingeniería definitiva, Volumen 4- *Planos* – carretera: Yura-Patahuasi-Santa Lucía Tramo Km. 00+000 – Km. 53 + 336, Pro Vías Nacional, Perú, Junio 1998.
- MTC-Dirección General de Caminos, Estudio de Factibilidad e Ingeniería definitiva, Volumen 5- *Bases de Licitación y Modelo del Contrato* – carretera: Yura-Patahuasi-Santa Lucía Tramo Km. 00+000 – Km. 53 + 336, Pro Vías Nacional, Perú, Junio 1998.
- Albino García, Nicolás; Control de obra de la carretera – Yura – Patahuasi, tramo I: Yura –Patahuasi, Km. 00+000 – 53+336.35; TP 4045, Biblioteca FIC-UNI
- Juran, J. M; Manual de Control de la Calidad., Grupo Mc Graw Hill, EEUU 1988.

- Ishikawa, Kaoru; ¿Qué es el Control Total de Calidad?, Grupo editorial Norma, Bogota Colombia, 1986.
- Harrington, Tomas; El Coste de la Mala Calidad, Ediciones Díaz de Santos, Madrid España, 1990.
- Alexander, Alberto; La Mala Calidad y su Costo, Impreso EUA, Delaware USA, 1994.
- Richard K. Dobbins, Quality Cost Management for Profit, Congreso annual de Calidad de la Sociedad Americana para el control de Calidad, Transactions, Milwaukee - Wisconsin, 1975.
- Bull, Alberto; Mejorando la efectividad de la Gestión de los fondos de conservación vial; organizado: GTZ (Agencia Alemana de Cooperación Técnica) y CEPAL (Comisión Económica para América Latina y Caribe); El Salvador; 2000.
- INTERNET; Rampey y Roberts, 1992; Total Quality Forum.
- INTERNET; Pagina [www.Hispacal.org](http://www.Hispacal.org); Organización Hispana Americano de la Calidad.
- INTERNET; Pagina [www.Calidad.org](http://www.Calidad.org); Instituto de la Calidad.

---

## **ANEXOS**

---



---

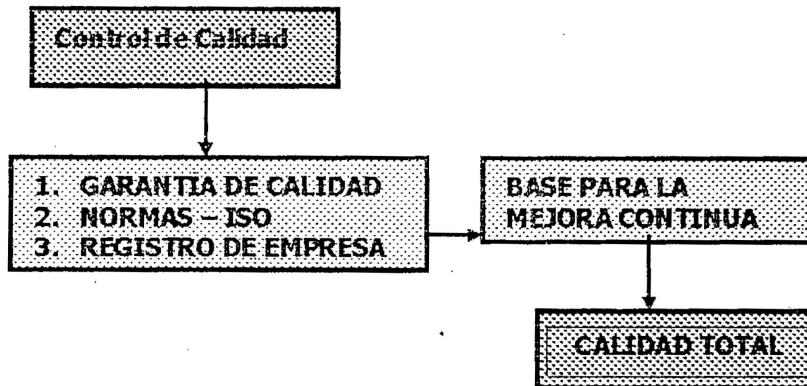
**ANEXOS 1: Terminología Básica**

---

## TERMINOLOGÍA BÁSICA

**Sistema de calidad**, conjunto de la estructura de organización, de responsabilidades, de procedimientos, de procesos y de recursos que se establecen para llevar a cabo la gestión de la calidad.

**Sistema de mejora de la calidad**, flujo de información a lo largo de toda la empresa, soportado por unos impresos y/o documentos cuya utilización se halla regulada por escrito de modo que el análisis de los datos recogidos permita conocer la forma de actuar frente a las desviaciones que se detecten. Un sistema de mejora de la calidad permite reducir constantemente el nivel de defectos o errores que pueden aparecer en dicho flujo de información.



**Diagnóstico de calidad**, examen metódico de las prácticas y de los medios puestos en juego por la empresa para dominar, de un modo económico, la calidad de los productos y/o servicios que comercializa.

**Aseguramiento de la calidad**, conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisfaga unos requisitos dados sobre calidad; es un programa técnico que tiene por objeto demostrar "a priori", a sus clientes, la capacidad organizativa de una empresa para dominar la calidad de sus procesos de prestación de servicios.

**Manual de calidad**, es el conjunto de documentación que recoge, a partir de la política de calidad de la empresa, los procedimientos y prácticas seguidas para asegurar la calidad.

**Calidad total**, sistema de gestión de calidad que abarca a todas las actividades y a todas las realizaciones de la empresa, poniendo especial énfasis en el cliente interno y en la mejora continua. Debemos abolir la falsa imagen de que la calidad depende de la inspección, si fuera basada en la inspección de verdad aumentaría los costos pero no es así, el aumento de costes por pérdidas y errores hace que no funcione la calidad total, y es solo un porcentaje de este coste lo que asegura la inversión al producto. Desarrollaremos esto en el siguiente punto.

**Implantación de la calidad total**, proceso largo supone cambiar la filosofía de la empresa y los modos de gestión de sus responsables, se debe elegir un problema concreto en donde falle la empresa, que sea conocido por todos para no cometer el mismo error.

**La garantía de calidad**, La calidad debe incorporarse dentro de cada diseño y cada proceso. No se puede crear mediante la inspección. El control de Calidad que hace hincapié en la inspección es anticuado.

**La esencia misma del Control Total de Calidad (CTC) está en el control de calidad** y en la garantía de calidad para el desarrollo de nuevos productos. La tarea es eliminar la causa básica y no los síntomas, cuando todos los productos nuevos tienen éxito y los consumidores dicen: Podemos adquirir sus servicios o productos con gusto y confianza; entonces se podrá decir que el Control de Calidad de esa empresa ha alcanzado su madurez.

**Producto:** El resultado de proceso.

**Proceso:** Conjunto de actividades interrelacionadas o interactuantes entre sí que transforman entradas en salidas.

**Sistema:** Conjunto de elementos interrelacionados o interactuando entre sí.

**Administración:** Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización.

**Sistema administrativo:** Sistema para establecer política y objetivos y para alcanzar dichos objetivos.

**Administración de calidad:** Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización con relación a calidad.

**Sistema de administración de calidad:** Sistema administrativo para dirigir y controlar una organización con relación a calidad.

**Mejora de calidad:** Parte de la administración de calidad enfocada en incrementar la habilidad para cumplir requerimientos de calidad.

**Mejora continua:** Actividad recurrente para incrementar la habilidad para cumplir requerimientos.

**Efectividad:** Grado en el que se realizan actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados.

**Eficiencia:** Relación entre los resultados alcanzados y los recursos usados.

**Satisfacción del cliente:** Percepción del cliente del grado en que los requerimientos del cliente han sido cumplidos.

---

***ANEXOS 2: Estudio de 1995***

---

*Tesis: ESTUDIO DE CONTROL PARA MITIGAR LOS COSTOS DE NO CALIDAD (CNC) EN EL PROYECTO  
CARRETERA Yura-Patahuasi-Santa Lucía / TRAMO I- Yura Patahuasi Km.00+000-Km.53+000*

*Autor: W. Martín Canales Ayala*

## **MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO**

### **I. GENERALIDADES**

#### **1.1 Antecedentes**

El Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, dentro del Programa de Rehabilitación y Construcción de carreteras, a través de la Dirección General de Caminos; ha considerado la ejecución de las obras de rehabilitación a nivel de asfaltado de la CARRETERA AREQUIPA – JULIACA, Sector Yura – Patahuasi, dotando a esta vía, de superiores características técnicas a las actuales y mejorar las condiciones favorables para el desarrollo en todo el área del proyecto; lo que permitirá el intercambio e integración socio-económica de los pueblos enlazados en los departamentos de Arequipa y Puno (Regiones Arequipa y José Carlos Mariátegui).

#### **1.2 Introducción**

La carretera Arequipa – Juliaca, dentro del sistema vial nacional ruta 30-A tiene importancia decisiva, más aún cuando dentro de los programas inmediatos de reconstrucción y pavimentación se vienen ejecutando los estudios definitivos de los tramos Yura-Patahuasi y Patahuasi-Santa Lucía, lo que hace que las condiciones de transporte y demás beneficios que generará sean superiores para todos los centros poblados que se encuentran dentro de su radio de acción.

VCHI S.A. Ingenieros Consultores, ha realizado el Estudio Definitivo de Ingeniería para la rehabilitación de la CARRETERA AREQUIPA – JULIACA, (Tramo Yura- Patahuasi) en virtud al contrato de servicios N° 089-94-TCC/15.14, a partir de la cual se ha ido desarrollando cada una de las etapas programadas, con la correspondiente toma de información, análisis y planteamiento de soluciones que culminan con el presente Informe Final.

#### **1.3 Ubicación**

El tramo Yura - Patahuasi de la carretera Arequipa – Juliaca, objeto del presente estudio, se encuentra ubicado en el distrito de Yura, Provincia, Departamento y Región Arequipa; se desarrolla en una longitud de 53.420 Km., comprendida entre las localidades de Yura (Km. 0+000), que es el punto de inicio del tramo y Patahuasi (Km. 53+420.20), que es el punto final del mismo.

El proyecto se desarrolla en la Cordillera de los Andes, sobre alturas que oscilan entre 2,651 y 4,047 metros sobre el nivel del mar. Geográficamente está ubicado entre

las coordenadas absolutas referidas al UTM, 8'200,231 N – 214,455 E y 8'224,099 N – 242,538 E.

El eje forma parte de la carretera Arequipa – Juliaca, siendo su acceso desde Lima, a través de la carretera Panamericana Sur, hasta la ciudad de Arequipa, para luego desviarse hacia la ciudad de Juliaca, en el departamento de Puno.

#### **1.4 Estado Actual de la Carretera**

El Estudio Definitivo de Ingeniería que se presenta es el resultado de la alternativa de factibilidad elegida entre la vía Arequipa – Paty - Santa Lucía - Juliaca, que es la vía existente y la vía Arequipa – Yura – Sumbay - Santa Lucía - Juliaca, que es la vía futura.

Actualmente el tramo de la carretera en estudio, es una vía de servicio pavimentada en sus primeros 11 Km., y en los siguientes 42 Km. Afirmada en regular estado de conservación, que en general tiene una buena orientación como ruta y que posee una sección transversal que varía de 7.50 mts a 10.00 mts de ancho.

Atraviesa zonas muy accidentadas en un 60%, ondulada en un 12% y planas en un 28%, que no tienen problemas de erosión superficial, salvo localizaciones muy puntuales. Carece de un adecuado drenaje en pequeños tramos en los que se diseñaron variantes con el objeto de mejorar sus condiciones de seguridad y de diseño geométrico, incluyendo una revisión de curvas horizontales, pendientes y radios. El proyecto propicia el desarrollo industrial, agropecuario comercial y turístico de la zona, teniendo presente su cercanía a la fábrica de Cemento Yura, las políticas gubernamentales en su intención de ampliar las fronteras agrícolas y ganaderas y el interés turístico que despiertan los departamentos de Arequipa, (Cañón del Colca) y Puno (Lago Titicaca).

La vía en estudio se enmarca dentro de polos de atracción comercial, turística, industrial y social de la Sierra Sur del país, los cuales requieren de un transporte rápido, seguro, y cómodo que permitan reducir los costos de operación y de mantenimiento tanto del transporte pesado como del ligero en beneficio de usuario, lográndose una considerable reducción de tarifas y fletes.

#### **1.5 Desvíos**

A lo largo del recorrido de la ruta en estudio se encuentran dos desvíos: el primero de ellos, ubicado en el primer kilómetro, conduce al Balneario de Yura mediante una vía asfaltada; el segundo, ubicado en el Km. 13, conduce a la Comunidad de Quiscos – Uyupampa mediante una trocha carrozable.

### 1.6 Faja de Dominio

Las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras establecen que el ancho de la Faja de Dominio o Derecho de vía, se extenderá hasta 5 m. más allá del borde de las copas, del pie de los terraplenes o del borde más alejado de las obras de drenaje que se construyan, pero que en ningún caso habrá de ser menor de 50 m. en las zonas en que el terreno es de propiedad fiscal, por ser éste de propiedad privada.

Este último es el caso para la vía materia del presente Estudio en la zona de la Estación Yura del FC del Sur, ubicada entre las progresivas 1 + 370 a 1 + 640, en donde se han construido edificaciones de uno o dos pisos en material noble. La relación de dichas construcciones, ubicadas a menos de 25 m. del eje a ambos lados, es la siguiente:

EST	S	OBSERVACIONES
1 + 370	I	VIVIENDA
1 + 400	D	VIVIENDA-RESTAURANTE
1 + 440	I	VIVIENDA
1 + 470	D	RESTAURANTE
1 + 490	D	CENTRO TELEFÓNICO com.
1 + 535	D	SERV. CENTRO
1 + 535	I	RESTAURANTE
1 + 550	I	RESTAURANTE
1 + 580	D	VIVIENDA
1 + 640	I	VIVIENDA - SERV. LLANTAS

Las cuales no constituyen obstáculos para los trabajos de rehabilitación, sin embargo se deberá tener en consideración en caso de futuras ampliaciones del ancho de la vía.

### 1.7 Especificaciones Técnicas para el Diseño

Se ha tratado de mantener hasta donde ha sido posible y compatible con la economía del proyecto e importancia de la vía las especificaciones técnicas para el diseño contenidas en las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras aprobada por Resolución Suprema 0016-68-FO/OA del 16.09.68 y los términos de referencia fijados para el Concurso de Méritos, habiéndose concluido en las siguientes:

*	Tipo de carreteras	:	2da. Clase
*	Velocidad directriz	:	40 Km. /h
*	Pendiente mínima normal	:	0.5 %
*	Pendiente máxima normal	:	0.6 %



*	Pendiente máxima excepcional	:	7.0 %
*	Radio mínimo normal	:	60 m.
*	Radio mínimo excepcional	:	45 m.
*	Peraite de curvas en función de la velocidad directriz.		
*	Sobre ancho en las curvas de función de la velocidad directriz.		
*	Ancho de explanaciones	:	8.85
*	Ancho de la superficie de rodadura	:	6.60
*	Berma Km. 00+000 – Km. 30+000.00	:	0.75
	Km. 30+000 – Km. 53+420.20	:	1.20
*	Cunetas, según Normas Peruanas para zona lluviosa		
*	Bombeo	:	2 %
*	Taludes de corte, según tipo de terreno.		
*	Taludes de relleno	:	1:1.5
*	Espesor de base granular	:	0.20 m.

### 1.8 Criterios Utilizados en el Diseño Geométrico

Los criterios del diseño fueron establecidos luego del viaje de reconocimiento de campo y los términos de referencia y la necesaria coordinación con los funcionarios del MTC., para compatibilizar las características de diseño de la carretera considerándose los estudios anteriores ejecutados.

El relieve del terreno, el tipo de la carretera a construirse, los volúmenes y tipo de tránsito esperado y en general, considerándose de orden económico, permitieron establecer la Velocidad Directriz, en función de la cual se derivaron los parámetros más importantes del camino.

Se ha determinado que la carretera actual Arequipa – Juliaca, tiene una buena ruta, que la mayor parte de su longitud tiene características aceptables (por haber sido reconstruida y mejorada) y que existen curvas y contra curvas cerradas con tangentes cortas y radios reducidos.

Luego de la evaluación de estas características y dadas las condiciones de tránsito, además de la importancia de la vía, se ha ejecutado el diseño. Con el objetivo de aprovechar al máximo la vía existente, se han realizado variantes en el trazo cuando las condiciones han sido muy adversas; se han efectuado mejoramientos geométricos compatibles con la economía y topografía de las curvas, y en última instancia se han rectificado algunas curvas existentes, cuyas características no se encuentran acordes con las especificaciones establecidas.

### 1.9 Metodología del Trabajo

En los tramos en que hay ausencia de problemas geotécnicos, el trazado se superpone con la actual vía proporcionándole las características de una carretera común de ésta categoría.

El trazado definitivo se llevó a cabo por un equipo de estudio; integrado por una brigada de topografía bajo la dirección del Jefe de la Unidad de Trazo y Topografía y bajo el control del Jefe de Proyecto.

El punto inicial de los estudios se definió en el Km. 24 + 120.62 de la Carretera Arequipa-Juliaca, el que correspondió al Km. 0+000 del tramo en estudio Yura-Patahuasi, y el punto final se definió en el Km.53+420.20, coincidente con el Km. 0+000 del estudio del tramo vecino Patahuasi – Santa Lucía, a cargo de otro consultor. Siendo el Km. 0+000 de la Carretera Arequipa-Juliaca, la Plaza de Armas de la ciudad de Arequipa, y el cual se encuentra especificado en el Plano Clave YP-003.

La nivelación geométrica de precisión de segundo orden se materializó con las cotas oficiales (absolutas) del Instituto Geográfico Nacional (IGN); igualmente las coordenadas geográficas están referidas al sistema UTM.

En el anexo N° 1 presentamos las tarjetas de control, empleadas en el tramo en estudio, asimismo estamos adjuntando un cuadro de cálculo de coordenadas, el mismo que es el resultado de un programa de cálculo empleado.

Paralelamente a los trabajos de campo efectuado por las brigadas de trazo, se realizaron los estudios de geología, geotecnia, suelos, canteras y fuentes de agua. Asimismo el especialista en hidráulica y drenaje, realizó las evaluaciones correspondientes a los puentes y alcantarillas.

El conteo de tráfico se ejecutó en la garita de peaje de Yura, ubicada el Km.1+620, durante tres días consecutivos.

Cabe indicar que en las labores de campo, se han cumplido fielmente lo establecido en los términos de referencia y en particular lo concerniente al estacado, monumentación, referenciación, nivelación, seccionamiento, extracción de muestras, etc.

Finalmente, se ha efectuado los trabajos de gabinete consistentes en plasmar en informes y planos los datos previamente adquiridos en el campo.

## II. ESTUDIO DEL TRAZADO

### 2.1 Trazado en planta

La carretera en estudio, tiene una longitud total de 53+420.20 Km. Los trabajos se han realizado de acuerdo a las especificaciones de diseño de las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras, sin embargo en algunos tramos del proyecto, por razones de topografía y altura, ha sido preciso disminuir los radios de curvas; ya que el uso de radios especificados para la velocidad directriz de diseño, elevaría significativamente el costo de la obra, puesto que los movimientos de tierra y las obras de arte serían de gran envergadura.

Se han considerado tangentes intermedias mínimas entre curvas reversas y entre curvas del mismo sentido, aún cuando sus longitudes son inferiores a las recomendadas por las Normas Peruanas, por las mismas razones de costo expuestas precedentemente y porque incluso los términos de referencia establecidos por el MTCC, recomiendan mantener en lo posible el eje de la vía actual, habiéndose determinado un total de 143 curvas a un promedio de 2.68 curvas por cada kilómetro, que desarrollan un tramo accidentado en un 60%, ondulado en un 12% y plano en un 28%.

Se ha materializado físicamente con trazos geométricos y armoniosos el eje actual y algunas variantes que fueron necesarias efectuar, estacando el eje en distancia de 20 mts para tramos en tangente y cada 10 mts para tramos en curva o cuando la topografía del terreno exigía mayor detalle.

Los puntos de intersección de la poligonal (PI) y los puntos de principio (PC) ó fin (PT) de curva fueron referidos a lugares estratégicos y monumentados con concreto.

Las coordenadas correspondientes a los vértices de la poligonal definitiva están referidas a puntos geodésicos oficiales establecidos por el ING. en el sistema UTM.

Debido a erosión existente en la plataforma de la vía actual, fue necesario apartarse del eje en dos tramos, diseñándose variantes del trazo que se ubican en las progresivas 8+160 y 15+161.

Existen dos radios menores que el mínimo excepcional, siendo para esta categoría de 45 mts

1. El primero de ellos, ubicado en el Km. 12 + 724.02 (Curva N° 45), tiene un radio de 40.00 m., con lo cual se logra evitar un desmoronamiento que se aprecia en el borde derecho de la plataforma, por efecto de aguas fluviales. En dicho lugar se ha proyectado un muro de contención.

2. El segundo, ubicado en el Km. 16 + 796.70 (Curva No. 56), con un radio de 38.00 m., próximo a un barranco, evita un volumen excesivo de relleno.
3. El tercero, ubicado en el Km. 25 + 660.62 (Curva No. 91), con un radio de 42.50 m., constituye una curva de volteo dentro de un desarrollo.
4. En el cuarto, ubicado en el Km. 28 + 494.30 (Curva No.101), con un radio de 40.00 m., salva un barranco desmoronado por el efecto de aguas fluviales.

## 2.2 Perfil Longitudinal

Todas las cotas del terreno mostradas en los planos del perfil longitudinal están referidas a los BMS oficiales establecidos por el Instituto Geográfico Nacional ING., habiéndose realizado los empalmes verticales respectivos.

Se han nivelado todas las estacas del eje, levantándose el perfil longitudinal del terreno.

El sistema de nivelación de 2do. Orden utilizado es el mismo para todo el estudio, en circuitos cerrados cada 500 mts; colocándose un Bench Mark (BM) de concreto y/o en rocas fijas, debidamente protegidos y fuera del alcance de los trabajos de construcción.

El diseño de la subrasante, se ha realizado buscando una compensación entre cortes y rellenos en la mejor forma posible; evitando mayores movimientos de tierra y buscando obtener costos favorables para su construcción.

En toda la longitud del tramo en estudio (53.420 Km.) la pendiente promedio es del 3.48 %.

En los cambios de pendientes se han proyectado curvas verticales de 60 m. y 160 m.; cuando la diferencia de pendientes era igual o mayor del 1%.

Las pendientes están dentro de los límites establecidos por las normas y de acuerdo a la altitud de la zona donde se desarrolla el estudio.

Se hace entrega de las libretas de trazo, nivelación y secciones transversales.

## 2.3 Secciones Transversales

Las secciones transversales de terreno han sido tomadas en cada estaca del eje, en un ancho de 25 mts en proyección horizontal a cada lado del eje de la carretera en estudio.

La inclinación de las secciones transversales en todo el estudio es variado, desde inclinaciones poco pronunciadas de 2.5° a inclinaciones de 75°. Para el diseño del pavimento, se han considerado las siguientes características:

\* Ancho de explanaciones : 8.85 mts

- \* Ancho de la superficie de rodadura : 6.60 mts
- \* Bermas : 0.75 – 1.20 mts
- \* Cunetas laterales, según Normas Peruanas para zona lluviosa.
- \* Peraltes y sobre anchos, con función a la velocidad directriz, según Normas Peruanas.
- \* Taludes de cortes : según tipo de terreno.
- \* Taludes de relleno : 1:1.5

En las zonas donde la pendiente supera el 4%, se han diseñado cunetas revestidas con concreto simple, para evitar la erosión del pavimento.

Se han proyectado muros en las secciones donde el talud del terraplén no se interfecta al terreno natural, y donde los rellenos son muy significativos económicamente.

El empleo de muros y la fijación de su altura, es problema de orden económico, por eso se ha realizado la colocación de la subrasante en forma conveniente para obtener mínimos costos comparando la solución del muro con la del terraplén que se requiere evitar.

## 2.4 Monumentación de los Puntos Principales el Trazo

### ***Puntos de la Poligonal***

Se han monumentado con hitos de concreto y fierro de construcción empotrados en el centro de todos los Pis, referenciándolos debidamente.

En el caso de Pis inaccesibles se han monumentado los PCs, y PTs.

### ***Puntos de Nivelación***

Los BMs colocados cada 500 mts, que han servido para el control altimétrico del trazado del eje, han sido monumentados con hitos de concreto y fierro  $\Phi$  3/8" de 30 cms de profundidad, y algunos BMs han sido ubicados en rocas fijas, fuera del alcance de las obras de construcción.

## 2.5 Levantamientos Topográficos

Se realizaron dos levantamientos topográficos especiales, con el propósito de revisar el diseño de igual número de obras de drenaje. El primero se ubicó en la Quebrada "La Chingana" que se encuentra en el Km. 15+610 y la segunda en la Quebrada "La Paccha", ubicada en el Km. 32+139.

### **III OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**

#### **3.1 Climatología e Hidrología**

El clima es variado en la región, con una temperatura media mensual de 13° C, la zona presenta una precipitación promedio anual de 306.5 mm., con lluvias frecuentes entre los meses de Noviembre a Abril.

#### **3.2 Alcantarillas**

Se ha proyectado la infraestructura necesaria para asegurar un buen drenaje transversal y longitudinal en base a alcantarillas y cunetas.

En el tramo en estudio, existen alcantarillas de diferentes secciones. Todas ellas de tubo metálico corrugado (TMC), que totalizan 62 unidades, de las cuales 23 de ellas requieren de limpieza, 9 de ellas ampliación y 8 de reemplazo de sus muros cabezales. Adicionalmente se han proyectado 50 alcantarillas TMC nuevas.

#### **3.3 Muros**

Se ha proyectado muros de sostenimiento de concreto armado en las secciones requeridas. Las dimensiones y ubicación se indican aparte en la relación de muros.

#### **3.4 Cunetas**

En todas las zonas de corte, se han proyectado cunetas para la evacuación de las aguas de escorrentía con sus salidas mediante alcantarillas de concreto armado.

Las cunetas deberán construirse en todas las secciones en corte de la vía y deberán ser revestidas en concreto en los lugares cuya pendiente es superior al 4%.

### **IV. ESTUDIO DE SUELOS**

Luego de haber materializado en el terreno el tramo de carretera especificado, se realizó un reconocimiento general de los suelos que cubren el ancho de la plataforma; examinando las zonas en que ha sido construida en corte y en las que lo han sido en relleno; apreciando los tipos de material que prevalecen; los puntos en donde se producen variaciones fundamentales de los materiales; estabilidad de la estructura vial, verificación de asentamientos en las áreas atravesadas por alcantarillas u obras de drenaje; existencia de afloramientos de agua en o en los márgenes de la carretera; tramos donde emerge la roca, vegetación existente y otros aspectos igualmente importantes.

Se procedió entonces a efectuar las investigaciones de campo que por comprender diferentes objetivos se ha dividido en 5 puntos:

- \* Estudio del pavimento actual.
- \* Estudio de suelos del afirmado actual y de la subrasante.
- \* Estudio de canteras a lo largo de la ruta y en zonas alejadas de ella.
- \* Identificación de áreas por las que atraviesa la carretera con posibles problemas de inestabilidad de taludes.
- \* Ubicación de fuentes de agua.

#### **4.1 Estudios del Pavimento Actual**

El Estudio del Pavimento Actual se ha materializado mediante el ESTUDIO PARA LA EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD, que se presenta aparte en el Capítulo 4 del presente volumen.

Para el estudio requerido se empleó el rugosímetro MERLIN, determinándose que la rugosidad promedio del tramo asfaltado es de 4.62 IRI, calificándose su transitabilidad como MUY MALA.

#### **4.2 Estudio del Afirmado Actual**

Se cumplió un plan definido de trabajo que comprendió lo siguiente:

- \* Excavación de calicatas.
- \* Ensayos in-situ.
- \* Toma de muestras.
- \* Clasificación preliminar de suelos.
- \* Elaboración del registro preliminar de cada una de las calicatas.
- \* Identificación y embalaje de las muestras.

Considerando que en casi la totalidad de las áreas recorridas previamente, los suelos se mostraban con cierto grado de homogeneidad, se ubicaron 55 calicatas a lo largo del eje del camino a profundidades de 1.20 m.

Los resultados de estos estudios sirvieron para el diseño del pavimento.

#### **4.3 Estudio de Canteras**

Antes de definir las posibles áreas de préstamo de materiales, tanto para la construcción de terraplenes y para la estructura del pavimento, como para la fabricación de concreto para las obras de arte y para las mezclas asfálticas, se llevaron a cabo

varios viajes de reconocimiento tanto en las zonas vecinas a la carretera como en las alejadas de ella.

Se han evaluado varios bancos de materiales y determinando que tres de ellos han sido calificados como canteras explotables para el abastecimiento de agregados para concreto de cemento Pórtland y material granular para la base y concreto asfáltico.

#### CANTERA YURA

Ubicación	:	Km. 7 + 840 Al lado derecho de la vía.
Acceso	:	Acceso directo desde el borde de la carretera.
Potencia	:	60,00 m3.
Rendimiento	:	80%
Uso	:	Base, concreto y carpeta.
Período de Explotación :		Abril – Noviembre
Método de explotación :		Equipo pesado convencional de movimiento de tierras.

#### CANTERA QUEBRADA LA CHINGANA

Ubicación	:	Km. 15 + 610 (eje de quebrada) Al lado derecho de la vía.
Acceso	:	Área acondicionada para acceso, estacionamiento y carguío de vehículos pesados. Mediante trocha carrozable existente.
Potencia	:	150,000 m3.
Rendimiento	:	50%
Uso	:	Base y agregados para concreto.
Período de explotación :		Abril – Noviembre.
Métodos de Explotación :		Equipo pesado convencional de movimiento de tierras.

#### CANTERA CAÑAHUAS

Ubicación	:	Km. 53 + 400 A 120 m. lado derecho de la vía.
Acceso	:	Acceso directo desde el borde de la carretera.
Potencia	:	50,00 m3.
Rendimiento	:	80%
Uso	:	Base, concreto y carpeta.
Período de Explotación :		Abril – Noviembre.
Método de Explotación :		Equipo pesado convencional de movimiento de tierras.

#### 4.4 Identificación de Taludes



Se realizó un recorrido por todo el tramo en estudio, analizando los macizos rocosos y las acumulaciones diacríticas que han sido cortadas para dar paso a la carretera, apreciándose que en general son estables, salvo en algunas zonas en las que; como producto de la exposición al intemperismo, se ha producido un ligero aflojamiento superficial sobre los planos de juntas generando una disgregación final de fragmentos.

Los Estudios Geológico y de Suelos, así como el análisis y la observación directa del comportamiento de los taludes en corte de la actual vía, permitieron su identificación y la determinación de su diseño de reposo más recomendable.

#### 4.5 Ubicación de Fuentes de Agua

Se han ubicado fuentes que pueden abastecer la necesidad de agua para la construcción de la carretera. Estas fuentes e agua se encuentran ubicadas, una de ellas en el río Yura, a la cual accede mediante vía asfaltada de 3 Km. partiendo del Km. 0 + 500 a la izquierda de nuestro Estudio. La otra, en el río Chili, a la cual se accede mediante una trocha carrozable de 6 Km., a partir del poblado de Patahuasi, a la derecha.

### V. ESTUDIOS DE TRÁFICO

- \* Se han realizado conteos de tráfico en la garita de Peaje de Yura, ubicada a la altura del Km. 1 + 620, por un período de tres días consecutivos, habiéndose determinado un promedio diario de 304 unidades vehiculares que transitan por la vía en estudio.
- \* El 70.4% de los vehículos que transitan la carretera son vehículos pesados, cuyas capacidades de carga varían alrededor de las 20 Tn; siendo éstos de 3 ejes.
- \* El 29.6% de los vehículos que transitan la carretera actual en servicio, son livianos.

### VI. SEÑALIZACIÓN

- \* El estudio de señalización ha comprendido el diseño, metrado, presupuesto y especificaciones de construcción para la señalización tanto vertical como horizontal, para la Carretera en estudio.

- \* Los lugares donde se colocarán las señales y los detalles de señalización se indican en los planos respectivos.
- \* El diseño de la señalización que se presenta en este estudio se ha efectuado de acuerdo a las disposiciones contenidas en el manual de Señalización editado por el MTCC.
- \* Se han tomado en cuenta, los aspectos de seguridad para disminuir los accidentes de tránsito, ubicando las guardavías necesarias, considerando el incremento de la velocidad de diseño por el mejoramiento de la superficie de rodadura.

## VII ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

### 7.1 Costos Directos

En la elaboración y cálculo de los costos unitarios de cada partida, se ha tratado de establecer el valor que representa la ejecución de dicha partida en obra. Para lo cual se han escogido rendimientos de equipo y personal acordes con la localización y las condiciones climatológicas de la zona del proyecto, así como de las características técnicas el mismo.

Todos los costos de materiales, equipo y mano de obra han sido considerados al 31 de diciembre de 1994. En el Volumen 3, denominado COSTOS Y PRESUPUESTOS, se incluyen los costos unitarios de éstos tres factores para la fecha señalada.

### 7.2 Costos Indirectos

Los costos indirectos, están constituidos por los Gastos Generales y por la Utilidad bruta del Contratista.

#### • ESTUDIO GEOLÓGICO, conclusiones y recomendaciones

La ampliación y mejoramiento de la carretera Yura-Patahuasi permitirá mejorar y ampliar el desarrollo Socio-económico y turístico de la región, así como la mejor integración de los pueblos del sur del país.

Fisiográficamente el área de estudio se encuentra ubicada en la vertiente occidental de la Cordillera Occidental, en terreno montañoso con altiplanicies.

La carretera transcurre en rocas volcánicas del Terciario y depósitos Cuaternarios.

Los fenómenos activos de geodinámica externa se localizan en contados lugares, existiendo taludes que requieren asegurar su estabilidad mediante trabajos de desquinche, principalmente en el segundo sector.

Las condiciones hidrogeológicas de área de interés están supeditadas a las condiciones climáticas que imperan en la región y a los periodos de lluvia, no se observan cuencas permanentes, la Laguna Blanca es solo temporal.

La plataforma de rodadura actual presenta aceptables condiciones de transitabilidad no requieren ampliaciones continuas en todo caso será en forma localizado y en función a los aspectos de la ingeniería vial.

Solo del primer al tercer sector se encuentra cortes pronunciados, en los demás tramos son discontinuos y de pequeñas alturas.

La mayoría de los cortes presentan declives de aproximadamente 60° a 75° con estabilidad aparente, sin embargo en las formaciones volcánicas donde ocurren la formación de rocas andesíticas se recomienda trabajos de desquinche preferentemente manual, en el caso de utilizar voladura deberá ser controlada.

Durante la ejecución de la obra, el Contratista y el Supervisor harán la evaluación y calificación del terreno in-situ; las tablas siguientes servirán para determinar el talud de corte o talud de relleno final.

**• ESTUDIO DE SUELOS, CANTERAS Y FUENTES DE AGUA, conclusiones y recomendaciones**

TALUDES DE RELLENO	
MATERIALES	TALUDES V : H
Enrocado	1 : 1
Terrenos Varios	1 : 1.5
Arena	1 : 2

**1 Aspectos Generales.-**

El Estudio Geotécnico de la zona del proyecto fue realizado cumpliendo dos fases fundamentales concordantes con los objetivos propuestos:

- a.- Fase de Estudio Preliminar o de reconocimiento, y
- b.- Fase de Estudio a nivel definitivo.

La primera fase consistió en la observación superficial de las condiciones que mostraban los elementos más influyentes en la definición de un proyecto racional y económico para una obra vial, que entre otras son:

- Tipo de trazado,
- Longitud y declive de rampas,
- Visibilidad en "curvas verticales" cóncavas y convexas, así como las horizontales,
- Rugosidad superficial,
  - Presencia y concentración de ensanches,
  - Frecuencia de estrechamientos,
  - Desagües naturales superficiales,
  - Localización de afloramientos de agua,
  - Estabilidad de la cimentación,
  - Estabilidad de los taludes comprometidos por la carretera,
  - Existencia de áreas de préstamo próximas al trazo,
  - Geología superficial.

La segunda fase se basó en el desarrollo cuantitativo y cualitativo de tres actividades que permitieron precisar las características de diseño del pavimento, así como los taludes de corte y relleno, entre otros. Estas actividades son:

- Investigaciones de campo,
- Investigaciones de laboratorio,
- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en las actividades anteriores.

## 2 Estudio Preliminar

Luego de recorrer el tramo de carretera especificado, se realizó un reconocimiento general de los suelos que cubren el ancho de la plataforma; examinando las zonas en que ha sido construida en corte y en las que lo han sido en relleno; apreciando los tipos de material que prevalecen; los puntos en donde se producen variaciones fundamentales de los materiales; estabilidad de la estructura vial existente, verificación de asentamientos en las áreas atravesadas por alcantarillas u otras obras de drenaje; existencia de afloramientos de agua en o en los márgenes de la carretera; tramos donde emerge la roca, vegetación existente y otros aspectos igualmente importantes.

TALUDES DE CORTE	
CLASES DE TERRENO	TALUD V : H
Roca Fija	10:01
Roca Suelta	04:01
Conglomerados	03:01
Tierra Compacta	02:01
Tierra Suelta	01:01
Arena	01:02

Se procedió entonces a efectuar la programación de las investigaciones de campo con miras a satisfacer cuatro objetivos:

1. Estudio de suelos de la subrasante.
2. Estudio de canteras.
3. Identificación de taludes.
4. Ubicación y estudio de fuentes de agua.

### 3 Fase de Estudio a Nivel Definitivo

#### 3.1 Estudio de Suelos de la Subrasante

##### a. *Investigaciones de Campo*

Se cumplió un plan definitivo de trabajo que comprendió lo siguiente:

- Excavación de calicatas
- Clasificación in situ del perfil encontrado en las calicatas y elaboración del perfil preliminar de cada una de las calicatas
- Toma de muestras, identificación y embalaje de las mismas.

##### **Excavación de Calicatas**

Considerando que en casi la totalidad de las áreas recorridas previamente, los suelos se mostraban con cierto grado de homogeneidad, se ubicaron 55 calicatas a los largo del eje del camino a profundidades de 1.20 m. Las excavaciones fueron realizadas manualmente y con una sección aproximada de 0.9 x 0.9 mts., no habiéndose detectado el nivel de agua freática en ninguna de ellas. Los resultados de estos estudios sirvieron para el diseño del pavimento. La numeración de las calicatas fue secuencial iniciándose en la C-0 al inicio del tramo, kilometraje 00+000 y terminando en la C-54 en el kilometraje 53+420.

A continuación se muestra un cuadro con la información de las calicatas excavadas:

Identificación	Kilometraje (Km.)	Profundidad (M)
C-0	0.00	1.20
C-1	1.00	1.20
C-2	2.00	1.20
C-3	3.00	1.20
C-4	4.00	1.20
C-5	5.00	1.20

C-6	6.00	1.20
C-7	7.00	1.20
C-8	8.00	1.20
C-9	9.00	1.20
C-10	10.00	1.20
C-11	11.17	1.20
C-12	12.00	1.20
C-13	13.00	1.20
C-14	14.00	1.20
C-15	15.00	1.20
C-16	16.00	1.20
C-17	17.00	1.20
C-18	18.00	1.20
C-19	19.00	1.20
C-20	20.00	1.20
C-21	21.00	1.20
C-22	22.00	1.20
C-23	23.00	1.20
C-24	24.00	1.20
C-25	25.00	1.20
C-26	26.00	1.20
C-27	27.00	1.20
C-28	28.00	1.20
C-29	29.00	1.20
C-30	30.00	1.20
C-31	31.00	1.20
C-32	32.00	1.20
C-33	33.00	1.20
C-34	34.00	1.20
C-35	35.00	1.20
C-36	36.00	1.20
C-37	37.00	1.20
C-38	38.00	1.20
C-39	39.00	1.20
C-40	40.00	1.20
C-41	41.00	1.20
C-42	42.00	1.20
C-43	43.00	1.20
C-44	44.00	1.20
C-45	45.00	1.20
C-46	46.00	1.20
C-47	47.00	1.20
C-48	48.00	1.20
C-49	49.00	1.20
C-50	50.00	1.20
C-51	51.00	1.20
C-52	52.00	1.20
C-53	53.00	1.20
C-54	53.42	1.20

### **Clasificación in situ del perfil encontrado en las calicatas y elaboración del perfil preliminar de cada una de las calicatas**

A fin de facilitar el manejo de la información recopilada en campo no solo se numeró las calicatas sino que también se trazó el perfil preliminar de estratigrafía encontrado en cada una de ellas, utilizando las técnicas disponibles para identificación de suelos en campo.

### **Toma de muestras, etiquetado y embalaje**

De estas excavaciones se extrajo materiales representativos que luego de la clasificación preliminar se etiquetaron y embalaron para su envío al Laboratorio Geotécnico a fin de efectuar los análisis correspondientes.

### ***b.- Investigación de Laboratorio***

A efectos de confirmar los resultados de clasificación de campo y precisar parámetros del suelo de subrasante se dispuso la ejecución de los siguientes ensayos:

#### **b.1 Para las muestras de todas las calicatas:**

- Contenido de humedad      ASTM D-2216
- Granulometría por tamices      ASTM D-422; AASTHO T-89
- Limite Plástico      ASTM D-424; AASTHO T-90
- Limite Líquido      ASTM D-423; AASTHO T-90
- Clasificación de suelos Método SUCS

#### **b.2 Para muestras de las calicatas 2, 6, 9, 12, 14, 16, 19, 21, 23, 28, 31, 35, 41, 44, 48, 51, 53, y la ubicada en 0+500, se efectuó además**

- Proctor Modificado      ASTM D-1557; AASTHO T-180
- CBR      ASTM D-1883; AASTHO T-193

### ***c.- Análisis e Interpretación de las Investigaciones***

Las investigaciones e campo han demostrado, que en el sector comprometido por el Estudio, se encuentra materiales que guardan cierta

homogeneidad, característica que se hace extensiva también a los aspectos físicos y mecánicos.

Eventualmente, tal como ocurre en las muestras de la calicatas C-4 y C-17 se ha presentado suelos tipo MI, o suelos tipos SP, SW-SM, SW y GW.

De la clasificación predominantemente granular se deduce la condición de N.P. (no plástica) de la subrasante, hecho compatible con los resultados de las pruebas de laboratorio efectuadas.

En lo relativo a humedad, la gran mayoría de muestras tiene una comprendida entre el 1% y el 5%, pero existen muestras con humedad menor o mayor tales como las de la calicata C-7 con 0.3% o las calicatas C-29 y C-35 con 17.2% y 27.2% respectivamente.

Las pruebas Proctor Modificado y CBRs efectuados muestran una considerable capacidad portante de la subrasante por los altos valores CBR encontradas (Ver cuadro siguiente)

Ubicación Km.	Influencia	Calicata Km. - Km.	CBR
0+500	0+000 - 1+250	C-0'	55.40%
2+000	1+250 - 4+000	C-2'	58.50%
6+000	4+000 - 7+500	C-6'	60.00%
9+000	7+500 - 10+500	C-9'	84.50%
12+000	10+500 - 13+000	C-12'	57.70%
14+000	13+000 - 14+000	C-14	54.70%
16+000	14+001 - 17+500	C-16'	35.80%
19+000	17+500 - 20+000	C-19'	42.90%
21+000	20+000 - 22+000	C-21'	27.20%
23+000	22+000 - 25+500	C-23'	40.00%
28+000	25+500 - 29+500	C-28'	36.70%
31+000	29+500 - 33+000	C-31'	40.00%
35+000	33+000 - 35+000	C-35'	31.30%
41+000	35+001 - 42+500	C-41'	59.10%
44+000	42+500 - 46+000	C-44'	41.00%
48+000	46+000 - 49+500	C-48'	43.70%
51+000	49+500 - 52+210	C-51'	44.70%
53+420	52+210 - 53+420	C-54'	42.60%



Para la selección de los valores del CBR para el diseño de pavimentos el consultor ha empleado el que se expone a continuación, y que fuera presentado en el V Congreso de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones (Lima, 1987).

El CBR de diseño ( $CBR_D$ ), se calculará mediante la siguiente expresión:

$$CBR_D = CBR_P - \frac{CBR_{max} - CBR_{min}}{C}$$

Donde,

$CBR_D$ : CBR de diseño de la sección homogénea

$CBR_P$ : CBR promedio de los valores individuales Analizados (Representativos)

$CBR_{max}$ : CBR máximo

$CBR_{min}$ : CBR mínimo

C: Coeficiente estadístico determinado en función al

Número de valores de CBR, representativos de cada sección homogénea, de acuerdo al siguiente cuadro:

Numero de Valores	C
2	1.41
3	1.91
4	2.24
5	2.48
6	2.67
7	2.83
8	2.96
9	3.08
10 ó más	3.18

Para efectos de diseño, y tomando en cuenta el criterio precitado, en cuanto a capacidad portante, se considerará la vía dirigida en tres zonas con el siguiente CBR:

- Progresiva 00+000 a 14+000 CBR = 50%

- Progresiva 14+001 a 35+000 CBR = 30%
- Progresiva 35+001 a 53+420 CBR = 40%

### 3.2 Estudio de Canteras

#### a. *Trabajos de Campo.*

Antes de definir las posibles áreas de préstamo de materiales, tanto para la construcción de terraplenes, como para la fabricación de concreto para las obras de arte y para las mezclas asfálticas se llevaron a cabo varios recorridos de reconocimiento tanto en las zonas vecinas a la carretera como en otras no tan cercanas.

En principio se logró identificar siete bancos de materiales en zonas denominadas:

- Yura (Km. 7+840 – Muestra MA-1)
- Quebrada La Chingana (Km. 14+800 – Muestra MA-2)

(Km. 15+040 – Muestra MA-3)

(Km. 15+740 – Muestra MA-4)

- Quebrada La Inverna (Km. 23+650 – Muestra MA-5)
- Quebrada Honda (Km. 26+000 – Muestra MA-6)

(Km.

27+740– Muestra MA-7 y MA-8)

- Los Calas (Km. 32+470 – Muestra MA-9)
- El Abra (Km. 41+100 – Muestra MA-10)
- Cañahuas (Km. 53+400 – Muestra MA-11)

Se efectuaron un total de once (11) calicatas con la toma de muestras respectivas para los ensayos de laboratorio, con el objeto de posteriormente determinar si estos bancos de materiales califican o no como canteras proveedoras de material para la obra.

#### b. *Trabajos de Laboratorio.*

- **b.1** Para las once muestras (MA-1 a la MA-11) tomadas de los siete bancos de materiales identificados se efectuó los siguientes ensayos:

- Granulometría por tamices	ASTM D-422; AASHTO T-89
- Límite plástico	ASTM D-424; AASHTO T-90
- Límite Líquido	ASTM D-423; AASHTO T-90
- Clasificación de Suelos	Método SVDS
- Equivalente de Arena	ASTM D-2419
- Durabilidad de la Piedra	ASTM C-88; AASTHO-140
- Peso específico y absorción de la Piedra	ASTM C-127
- Durabilidad de la Arena	ASTM C-88; AASHTO-140
- Peso específico y absorción de la Arena	ASTM C-128
- Proctor Modificado	ASTM D-1557; AASHTOT-180
- CBR	ASTM D-1883; AASHTOT-193

- **b.2** Para las muestras MA- 1 (Yura); MA-2, MA-3 y MA-4 (Quebrada La Chingana) y MA-11 (Cañahuas) se efectuó además:

- Abrasión	ASTM C-131; AASHTO T-96
- Índice de Adhesividad de Agregados Finos (Riedel-Weber)	NLT-355/74
- Revestimiento y Desprendimiento del Agregado Grueso	ASTM D-1664; AASHTO T-182

### 3.3 Identificación de Taludes

Se realizaron recorridos por todo el tramo en estudio, analizándose los macizos rocosos y las formaciones principales que han sido cortadas para dar paso a la carretera, apreciándose que en general son estables, salvo en algunas zonas en las que, como producto de la exposición al intemperismo, se ha producido un ligero aflojamiento superficial sobre los planos de juntas generando una disgregación final de fragmentos.

Los Estudios Geológico y de Suelos, así como el análisis y la observación directa del comportamiento de los taludes en corte de la actual vía, permitieron su identificación y la determinación de su diseño de reposo más recomendable.

Los taludes empleados para el diseño de las secciones transversales son:

TALUDES DE CORTE	
CLASES DE TERRENO	TALUD V : H
Roca Fija	10:01
Roca Suelta	04:01
Conglomerados	03:01
Tierra Compacta	02:01
Tierra Suelta	01:01
Arena	01:02

TALUDES DE RELLENO	
MATERIALES	TALUDES V : H
Enrocado	1 : 1
Terrenos Varios	1 : 1.5
Arena	1 : 2

Existen recomendaciones para el tratamiento de los taludes en zonas específicas, derivadas del estudio geológico; estos son la construcción de muros de contención, desquinche manual tendido de taludes y la construcción de bermas o banquetas, entre otros.

### 3.4 Ubicación de Fuentes de Agua

De las diversas fuentes de agua identificadas, se han seleccionado las dos que se consideran principales, las mismas que podrán abastecer la necesidad de la construcción de la carretera. Estas fuentes de agua se encuentran prácticamente al inicio y final del tramo de la vía en estudio.

La primera fuente es el río Yura, que está al inicio del tramo, mientras que la segunda el río Chili en la zona de Patahuasi, final del tramo, accidentado a ella mediante una trocha carrozable de aproximadamente 6 Km. de longitud.

Se efectuó análisis para determinar el contenido de sulfatos (SO<sub>4</sub>) en las fuentes de agua recomendadas, encontrándose que la presencia de estos no es significativa:

-Fuente de río Yura	:	0.261 gr/lit	(Sector Yura, Km. 00 + 500)
-Fuente de río Chili	:	0.038 gr/lit	(Sector Pampa Cañahuas, Km. 53 + 400)
-Fuente Sector Quiscos:		0.030 gr/lit.	(Km. 15 + 400)

## • DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA AREQUIPA – JULIACA TRAMO I: YURA – PATAHUASI

### 1. Factores que intervienen.

El tipo de pavimento a colocar en este tramo de carretera así como su dimensionamiento, ha dependido con diversos grados reincidencia, de varios factores que de una u otra forma afectan su comportamiento dentro de los valores límites que significan seguridad y comodidad.

Todos estos factores, que guardan una directa relación con las particularidades de la Región, incluyendo las diferencias detectadas en la capacidad portante de la subrasante a lo largo del tramo han sido analizados con el objeto de determinar su grado de heterogeneidad y en función de ello definir si es preciso elaborar diseños diferenciados.

Los factores analizados fueron:

- Aspectos Geotécnicos y de Suelos.
- Características Planialtimétricas de la Vía.
- Particularidades de tránsito.
- Niveles de Conservación.
- Riesgos de Congelamiento.

### 2. Aspectos Geotécnicos y de Suelos.

Los principales aspectos se detallan en el informe de Suelos, Canteras y Fuentes de Agua, así como en el relativo al Estudio Geológico, siendo conveniente destacar la variabilidad en la capacidad portante de la subrasante, la misma que presenta valores de CBR entre 30% y 50%.

### 3. Características Planialtimétricas de la Vía.

El tipo de pavimento a dimensionar, y en especial la capa de rodadura requieren verificar la existencia de fuertes y prolongadas pendientes así como de curvas pronunciadas, ya que estos factores influyen decisivamente en el desarrollo de altos valores de esfuerzos tangenciales y de fricción superficial.

En el presente Proyecto se ha comprobado que no existen pendientes excepcionales que afecten desfavorablemente la velocidad de los vehículos pesados y por tanto el nivel de servicio del tramo, ni tampoco curvas de radio pequeño que pueda producir una inadecuada regularidad superficial.

### 4. Riesgos de Congelamiento.

El fenómeno de congelamiento natural de los suelos que componen el pavimento de una carretera y que ocasiona daños en su estructura se debe a varios agentes como:

- Sensibilidad del suelo, ya sea de sub-base o base.
- Deficiencia en el dimensionamiento y en la disposición de las capas, así como en su constitución.
- Descensos prolongados y permanentes de la temperatura en períodos regulares de tiempo.
- Variaciones extremas de temperaturas.
- Filtración de agua a través del pavimento.

En nuestro caso, la minimización que debe de efectuarse en algunos de estos elementos, acompañado por la favorable inexistencia de otros, han permitido establecer que el agua incorporada no llegara al "punto de congelamiento", temperatura que genera la aparición primero de cristales en las áreas más porosas y la formación luego de lentes o capas de hielo.

Es necesario entonces, otorgarle la debida importancia al tipo y composición de los materiales granulares que van a conformar la sub-base y la base, independientemente de la granulometría prevista.

Por tal razón, de acuerdo con normas que determinan el grado de susceptibilidad al congelamiento, se han categorizado tanto los suelos granulares gruesos como los finos de las canteras a usar, de modo que ellos no contengan partículas menores de 0.02 mm. en porcentajes mayores del 20% y 15% respectivamente.

Es preciso además proteger esta estructura, del agua proveniente ya sea de precipitaciones pluviales o de filtraciones, con sistemas efectivos de drenaje.

Información obtenida en la zona, señala, que si bien en algunas épocas del año la temperatura desciende por debajo de los cero grados, particularmente en las noches y en los sectores mas altos, no se dan periodos sostenidos de estas temperaturas propiciarían el proceso de congelamiento.

### 5. Características de Tránsito.

Si bien las características del tránsito se presentan con bastante detalle en el informe de la especialidad, se puede indicar que el Tráfico Diario Inicial (ITD) de la vía es 304 vehículos según la siguiente estratigrafía:

-Vehículos ligeros	: 90 Unds,
-Ómnibus	: 46 Unds,
-Camiones 2-3 E	: 105 Unds,
-Semitrayler 2-3 S 2-3	: 60 Unds,
-Trayler 3T3	: 3 Unds.

A efectos de calcular el Índice de tráfico inicial previa conversión de los ejes reales a ejes equivalentes de 18,000 lb. se utiliza la distribución de carga por vehículo tipo de la Figura N° 4.1. Los factores de carga usados corresponden al Cuadro 4.A, mientras los cálculos se muestran en los cuadros 4.B y 4.C.

Efectuando la conversión a ejes equivalentes mediante factores de carga tendremos el Índice de Tráfico Inicial (ITN), equivalente a 320.

Si se considera un horizonte del proyecto de 20 años, y una tasa de crecimiento del tráfico de hasta 6%, el Número de Tráfico de Diseño (DTN) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$DTN = f * ITN$$

Donde:

$$f = \frac{(1+r)^n - 1}{n * r}$$

n = Periodo de Diseño,

r = tasa de crecimiento.

Para los datos indicados el valor del factor f es 1.84 y por lo tanto el DTN es 589.

## **6 Perspectiva de Conservación**

Entendiéndose que la Conservación es el conjunto de operación que se lleva a cabo para la preservación de todos los elementos que integran una carretera en las mejores condiciones, tratando de mantenerla en la forma más parecida posible a la que tuvo en su origen, es necesario puntualizar que de no prestarle la debida atención por parte de las autoridades competentes, no es posible pretender que se mantenga la continuidad del servicio en un nivel adecuado para las variadas condiciones climáticas imperantes si no se desarrolla un programa de mantenimiento efectivo luego de la etapa de rehabilitación.

## **7 Definición del tipo de pavimento**

Si bien es cierto que la selección de la superficie de rodadura puede tomar como opciones las de entre mezclas de bituminosas en frío y en caliente, concreto de cemento Pórtland, tratamiento asfáltico y quizá hasta superficie de rodadura afirmada solamente, se dará especial atención a las alternativas de incluir una superficie de rodadura constituida por concreto asfáltico en caliente por ser esta la solución más difundida en los diferentes tramos del sistema vial de la región.

## **8 Estudio del Pavimento Actual**

El proyecto efectuado es el tipo de rehabilitación y mejoramiento ya que los 53+420 Km. del tramo estudiado están operativos actualmente, pero sus características ofrecen un nivel de servicio considerablemente bajo.

Partiendo de la localidad de Yura, y hasta la progresiva del Km. 00+800, se tiene un pavimento que muestra una superficie de rodadura asfáltica de aproximadamente un (1) centímetro, habiendo sido prácticamente imposible de identificar debajo de ella otras capas de la estructura, ya sea porque están sumamente contaminadas con el material de subrasante o porque se usó como base el mismo material de la subrasante.

Entre las progresivas 0+800 y la 11+167 se observa, además de la superficie de rodadura indicada antes una capa de refuerzo o mejoramiento de la subrasante de aproximadamente 20 cm. de espesor, de la cual se considera aprovechable como base por lo menos 15cm.

A partir del Km. 11+167, hasta la Km. 53+420, la superficie de rodadura está constituida sensiblemente por un material de préstamo a modo de base compactada, con espesores mínimos de 20cm pero que en determinadas zonas alcanzan hasta 60cm. de profundidad.



Dadas las características de la estructura, la vía pudo haber colapsado hace mucho tiempo de no ser por los altos valores de CBR de la subrasante. El estudio de LAGESA considera CBRs de 20%, mientras que nuestros ensayos de laboratorio muestran que casi para la totalidad de los 53+420 Km., el CBR está comprendido entre 30 y 50%.

La evaluación de la "rugosidad" de la vía se considera sumamente útil para la determinación del estado actual de la carretera según se concluye en el estudio de Rugosidad del anexo 4.1 por el Km. 0+000 al 11+000 se tiene en IRI = 4.62 promedio, siendo la transitabilidad de regular y mala, muestras que del Km. 11+000 al 52+000 la transitabilidad oscila entre mala y muy mala.

Los valores de transitabilidad así como el diseño planimétrico y altimétrico sugieren que es posible mantener razonablemente la rasante entre el Km. 0+000 el 11+167, mientras que para el resto de la vía será conveniente introducir mejoras en los perfiles longitudinales.

## 9 Cálculo del Espesor del Pavimento

### 9.1. Método del Instituto del Asfalto

El Método que se ha utilizado, corresponde al que recomienda el Instituto del Asfalto y en el que los valores determinantes son el Número de Tráfico de Diseño (DTN) y el CBR de la subrasante.

Según lo establecido en el estudio de suelos, para efectos del diseño, en cuanto a capacidad portante, se considera la vía dividida entres zonas con el siguiente CBR:

- Progresiva 00+000 a 14+000 CBR = 50%, DTN = 589
- Progresiva 14+001 a 35+000 CBR = 30%, DTN = 589
- Progresiva 35+000 a 54+420 CBR = 40%, DTN = 589

Los gráficos del método de diseño empleado, (ver figura 4.2), para los tres casos el espesor requerido de la estructura es menor que "Ta" por lo que se toma este último valor equivalente a 6" de concreto asfáltico como espesor total. En este caso la estructura está preparada para soportar el tráfico proyectado para CBRs de hasta 20 por lo que no es necesario recurrir a la capacidad portante que sugieren los ensayos.

El método empleado, para DTNs superiores a 100 se establece como espesor mínimo de carpeta asfáltica 2", que es el espesor que se usará. Las cuatro pulgadas restantes serán reemplazadas por su equivalente de base granular con el factor de conversión de 2; es decir usaremos 8" de base. **En conclusión la estructura del pavimento estará compuesta por una capa de concreto asfáltico de 2" y una capa de base de 8" de espesor colocada sobre la subrasante compactada.**

9.2 Método Comparativo de Diseño Wyoming

Considera factores determinantes como, la precipitación, la profundidad del nivel freático, la acción de las heladas, las condiciones de drenaje y nieve, en la zona del Proyecto, completándose con valores de tráfico y de la capacidad de soporte de los suelos de la subrasante. Se acompaña el Cuadro N° 4.4 que ha servido para seleccionar estos factores de diseño, así como el gráfico respectivo (figura N° 4.3) para definir el espesor total del pavimento.

En relación con las características de la zona, se han precisado los factores:

-Precipitación	F = 10
-Nivel Freático	F = 0
-Riesgo de heladas	F = 0
-Condiciones locales	F = 2
-Tráfico	F = 0

**F Total Ft=12**

Para un CBR de subrasante entre 30 y 50, y la curva de diseño N°7 (según el F total), se tienen espesores totales de pavimento de concreto asfáltico entre 4.5" y 5.5", que son ligeramente menores al mínimo calculado por el método de Instituto del Asfalto, por lo que se considera válido el diseño adoptado antes.

- **ENSAYO DE RUGOSIDAD del Pavimento, resumen y conclusiones**

Previamente a las mediciones de la rugosidad se efectuó un reconocimiento de los tramos indicados, al igual que un censo general de las fallas más generalizadas sobre la superficie del pavimento, y, en especial de aquellas que tienen influencia directa sobre la magnitud de la rugosidad.

Paralelamente a la observación de los deterioros, se evaluó subjetivamente la rugosidad de la vía, asignando valores para intervalos de 1 Km. de longitud. Este procedimiento se efectuó tanto para el carril izquierdo como para el derecho.

Luego de efectuado el relevamiento de fallas y la estimación preliminar de la rugosidad mediante evaluación subjetiva. Los tramos 1 y 2 se dividieron en conjunto en 7 secciones de características homogéneas.

En cada una de las secciones homogéneas determinadas, se efectuaron mediciones de rugosidad. En total se efectuaron 52 ensayos, 10 en el Tramo 1 y 42 en el Tramo 2.

Luego de efectuado el análisis estadísticos de los resultados de los ensayos, se ha determinado que la rugosidad promedio del Tramo 1 es 4.62 IRI, oscilando los valores entre un mínimo de 3.09 y un máximo de 7.94; para una desviación Standard de 1.27, el coeficiente de variación es de 27.5%. La rugosidad promedio del Tramo 2 es de 10.96 IRI, el mínimo valor es 7.66 y el máximo 12.37; para una desviación Standard de 1.28, el coeficiente de variación es de 11.55%.

La transitabilidad en el Tramo 1 se puede calificar, en promedio, como de regular mientras que en Tramo 2 es Muy Mala.

### **Análisis e Interpretación de Resultados**

Los valores de rugosidad medidos en el campo, dentro de una determinada sección homogénea, corresponden a puntos seleccionados aleatoriamente, y son representativos de las condiciones generales que experimenta una sección específica de pavimento, es decir, conforman muestras estadísticas.

El análisis estadísticas comprende el cálculo de los valores promedio, el análisis de varianza, la integración de secciones cuyas rugosidades individuales pertenecen a una misma población estadística, y el fraccionamiento o división de aquellas que comprenden valores pertenecientes a poblaciones diferentes.

### Resultados Obtenidos

En general, los resultados obtenidos son consistentes con las hipótesis planteadas, sin embargo, la variabilidad de algunas secciones, en cuanto a la magnitud y frecuencia de sus deterioros, determinó la obtención de algunos valores no representativos, de incidencia meramente puntual. Estos valores erráticos no han sido considerados para efectos del análisis estadístico.

Luego del cálculo estadístico, se ha verificado lo adecuado de las secciones seleccionadas, encontrándose que, en el Tramo 2, las cuatro últimas secciones presentan rugosidades estadísticamente similares, por lo que finalmente se han considerado dentro de una misma gran sección.

La rugosidad promedio del Tramo 1 (Km. 0+000 – Km. 11+000), es de 4.62 IRI, con un mínimo de 3.09 y un máximo de 7.94; para una desviación Standard de 1.27, se tiene un coeficiente de variación de 27.5%.

La rugosidad promedio del Tramo 2 (Km. 11+000 – Km. 52+000), es de 10.96 IRI, con un mínimo de 7.66 y un máximo de 12.27; para una desviación Standard de 1.28, se tiene un coeficiente de variación de 11.5%

Los valores altos de rugosidad (10-12 IRI), corresponden a secciones con presencia extensiva de deformaciones (encalaminado del pavimento afirmado), mientras que los valores bajos están asociados a sectores en donde la superficie de rodadura se mantiene en buen estado de conservación (carpeta asfáltica).

La transitabilidad, correspondiente a los niveles de rugosidad evaluados, para el Tramo 1 varía entre Regular y Mala, mientras que para el Tramo 2 oscila entre Mala y Muy Mala.

- **ESTUDIO DE TRAFICO, resumen y conclusiones**

**ANÁLISIS SOBRE LAS ESTADÍSTICAS RECOGIDAS**

Se comenzó analizando la información existente en la publicación anual "Tránsito en la Red Vial del Perú" de la Oficina de Estudios de Tráfico del MTC, correspondientes tanto al Sector en estudio como a la Carretera, pudiéndose obtener datos como: I.M.D. Anual y Clasificación Porcentual y Numérica por tipo de vehículos para Rutas Nacionales, I.M.D. Anual y Clasificación Porcentual y Numérica por tipo de Vehículo por Departamento, Factores de Corrección y Volúmenes promedios diarios y mensuales en Estaciones de Mayor Control, y Series Históricas de Tránsito.

**CARRETERA AREQUIPA – JULIACA**

SECTOR: Yura – Patahuasi

Para el Sector en estudio, Yura – Patahuasi, no se cuenta con ninguna Estación de Cobertura o de Mayor Control.

Para el Sector Arequipa – Yura se cuenta con la Estación de Cobertura 5-11 de la carretera N° 04-107, la cual nos proporciona un I.M.D. anual de 701, correspondiendo un 60% para el tránsito ligero y un 40% para el pesado. No se puede considerar como representativo para nuestro caso este I.M.D. en vista que gran parte del tránsito pesado es generado por la existencia de la Fábrica e Cementos Yura, y el ligero por los Baños Termales.

Para la actual Carretera Arequipa – Juliaca vía Paty – Sta. Lucía – Juliaca correspondiente a la ruta N° 030-A se cuenta con:

- Estación de Cobertura 5-29 de la carretera N° 04-030-A Sector Arequipa - Jesús, la cual nos proporciona un I.M.D. anual 413, del que corresponden un 60% para el tránsito ligero y un 40% para el pesado.
- Estación de Mayor Control 5-1 de la carretera N° 04-030-A Sector Jesús – Dv. Imata, la cual nos proporciona un I.M.D. anual de 216, correspondiendo un 35% para el tránsito ligero y un 65% para el pesado.

- Estación de Mayor Control 6-G de la carretera N° 04-030-A Sector Dv. Imata – L.V., la que nos proporciona un I.M.D. anual de 147, el que corresponden un 13% para el tránsito ligero y un 87% para el pesado.
- Estación de Mayor Control 6-H de la carretera N° 20-030-A Sector Dv.Puno – Juliaca, la cual nos proporciona un I.M.D anual de 178, correspondiendo un 43% para el tránsito ligero y un 57% para el pesado

De las 4 Estaciones descritas, las tres primeras se encuentran ubicadas en la alternativa existente actual es decir vía Paty – Sta. Lucía, resultando solamente la última, o sea la Estación de mayor Control 6-H, ubicada dentro de la nueva alternativa que será vía Yura – Sta. Lucía – Juliaca.

#### ESTUDIO DE TRÁFICO: CONTEO Y CLASIFICACIÓN

Los resultados obtenidos del análisis de la información recopilada mediante el conteo de tráfico es mayor durante los días laborables, obteniéndose el mayor volumen el día Martes (324 vehículos), y el menos el día Domingo (282 vehículos).

El Índice Medio Diario hallado es de 304 vehículos, clasificado en:

Tráfico ligero	90 unidades	29.60%
Ómnibus 2E	46 unidades	15.13%
Camiones 2-3 E	105 unidades	34.54%
Semi-Trayler 2-3 S 2-3	60 unidades	19.74%
Trayler 3T3	3 unidades	0.99%

VARIACIÓN HORARIA DIARIA. Los tres días de la encuesta arrojan resultados similares en cuanto al intervalo de tiempo en que se presentan las horas punta, estando ubicadas estas entre las 05 a 07 y 17 a 19 horas.

- El Domingo 27, en el intervalo de 05-06 y de 18-19 horas se contabilizaron 20 y 25 vehículos respectivamente (ver gráfico)
- El Lunes 28, en el intervalo de 05-06 y de 17-18 horas se contabilizaron 29 y 29 vehículos respectivamente (ver gráfico).

- El Martes 29, en el intervalo de 06-07 y de 17-18 horas se contabilizaron 23 y 35 vehículos respectivamente (ver gráfico).

### **PROYECCIÓN DE TRÁFICO**

Para el cálculo de las proyecciones de Tráfico por tipo de vehículo que presentamos en el cuadro N° 4 se ha utilizado una tasa de crecimiento anual del 6%, la cual se ha estimado en base a la información analizada del INEI en su Colección Análisis Censal N° 6 código N/S110.166 (Censos Nacionales 1993 – IX de población – IV de vivienda: Dpto. de Arequipa “Perfil Socio Demográfico”), teniendo en cuenta que dicha tasa de crecimiento podría haber llegado al precitado valor de haberse mantenido un crecimiento sostenido de nuestra fuente informativa del INEI; y que a partir del año 1993 se viene recuperando en forma acelerada por la actual gestión gubernamental.

---

***ANEXOS 3: Estudio de 1998***

---





## 02. GENERALIDADES

En virtud del contrato de consultoría No. 004 – 97 – MTC/15.02. PERT 04/PCVS y de acuerdo a los términos de referencia, V.CH.I. S.A. Ingenieros Consultores ha elaborado la actualización Técnico – Económica del estudio definitivo de la carretera Yura – Patahuasi comprendido entre los Km. 0+000 – Km.53 + 336.

En los trabajos desarrollados se han corregido los metrados de explanaciones, obras de arte y drenaje los cuales ya se encuentran incluidos en las partidas del presupuesto, esta corrección se debe a que en los años 96-97 se ejecutaron trabajos de movimientos de tierra como obras de arte y drenaje que origino la variación integral de lo indicado en el estudio original.

En el tramo comprendido entre el Km. 0+000 al Km. 11+000 la base granular es recuperable en un 70%, por tanto en los metrados de esa partida que se presenta se ha considerado solamente el 30% del metrado real.

Así mismo se han corregido y aumentado algunas partidas el presupuesto, análisis de precios unitarios y especificaciones técnicas, los cuales se corresponden estrechamente y están compatibilizados entre si, en procedimientos constructivos, métodos de medición, bases de pago, etc. Los costos de mano de obra, materiales, equipo y otros insumos que intervienen en los análisis de precios unitarios están referidos a precios de enero de 1998.

En el cronograma de ejecución de obras; además del plazo efectivo de ejecución se ha considerado un periodo de tres meses adicionales, por restricciones que pueden existir para el normal desarrollo de las obras, tales como lluvias o condiciones climáticas adversas, dificultades de acceso a ciertas áreas de trabajo; por lo que el plazo de obra se ha determinado en 450 días calendarios, incluyendo el periodo adicional de tres meses.

## 03. ESTADO ACTUAL DE LA VÍA

La carretera Yura – Patahuasi – Santa Lucia, tramo I Yura – Patahuasi, es una vía que se encuentra en servicio pero a un nivel considerablemente bajo; con pavimento deteriorado en sus primeros 11 Km. Y afirmada en regular estado de conservación en los siguientes 42.336 Km., tiene una sección transversal que varía de 7.50 metros a 10.00 metros de ancho.

Atraviesa zonas muy accidentadas en un 60%, ondulada en 12% y planas en 28%, que no tienen problemas de erosión superficial, salvo localizaciones muy puntuales.

La vía en actualización de estudio se enmarca dentro de los polos de atracción comercial, turística, industrial y social de la sierra sur del país, que requieren de un transporte rápido, seguro y cómodo que permitan reducir los costos de operación y de mantenimiento tanto de transporte pesado y ligero en beneficio del usuario lográndose una considerable reducción de tarifas y fletes.

#### 04. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE DISEÑO

Se ha tratado de mantener la plataforma existente hasta donde ha sido posible y compatible con la economía del proyecto e importancia de la vía, considerándose además el contenido de las "Normas Peruanas para el diseño de Carreteras". La sección típica transversal, se ha diseñado teniendo en cuenta que la carretera actual es una base sólida con tráfico vehicular confirmándose según la revisión del estudio original, una estructura del pavimento con las siguientes características:

<i>Tipo de Carretera</i>	: 2da. Clase
<i>Velocidad directriz</i>	: 40 Km. /hora
<i>Pendiente mínima normal</i>	: 0.5%
<i>Pendiente máxima normal</i>	: 6.0%
<i>Pendiente máxima excepcional</i>	: 7.0%
<i>Radio mínimo normal</i>	: 60 mts
<i>Radio mínimo excepcional</i>	: 40 mts
<i>Peralte de curvas</i>	: Según velocidad directriz
<i>Sobre ancho en las curvas</i>	: Según velocidad directriz
<i>Ancho de explanaciones</i>	: Variable
<i>Ancho de superficie de rodadura</i>	: 6.60mts
<i>Bermas:</i>	
a) <i>Berma Asfaltada:</i>	
Km.0+000 – Km. 30+000	: 0.75 m
b) <i>Berma Asfaltada</i>	
Km.30+000 – Km. 53+336	: 1.20 m
<i>Cunetas</i>	: 0.60 m x 0.30 m
<i>Bombeo</i>	: 2%
<i>Taludes de corte</i>	: Según tipo de terreno
<i>Taludes de relleno</i>	: 1: 1.5
<i>Talud de pavimento</i>	: 1: 1.5
<i>Espesor de anticontaminante</i>	: 0.20m

*Espesor de base granular* : 0.20m  
*Espesor de carpeta asfáltica* : 0.05m

## 05. SECCIÓN TÍPICA DE LA VÍA

Este numeral se refiere a los planos que acompañan al proyecto, estos pueden verse en la sección de anexos; solo se han considerado algunos de referencia para la demanda de nuestra investigación, ya que el estudio original tiene mas 100 planos que detallan todo el largo del kilometraje estudiado.

## 06. REVISIÓN DE LOS ESTUDIOS DE GEOLOGÍA, GEOTÉCNICA, SUELOS Y CANTERAS

Después de haberse efectuado una revisión de los antecedentes del estudio original y de un minucioso reconocimiento de comprobación de toda la zona del proyecto, se confirma el contenido de los estudios de geología, geotecnia, suelos y canteras.

## 07. CONDICIONES DE EXPLOTABILIDAD DE CANTERAS

La ubicación y distancias de las canteras ya definidas en el estudio original, son las mismas y mantienen sus condiciones de explotación. Estas canteras abastecerán materiales para la base granular, terraplenes, obras de arte, obras de concreto y para mezclas asfálticas.

### ***Nuevas canteras***

Se han ubicado dos nuevas canteras que reúnen las mismas características físicas, químicas y granulométricas de las carreteras existentes; las mismas que se indican a continuación:

#### **Cantera Salas**

*Ubicación* : Km. 39 + 500 a la izquierda de la vía  
*Acceso* : Acceso directo desde el borde de la Carretera.  
*Potencia* : 100,000 metros cúbicos.  
*Rendimiento* : 60%  
*Uso* : base, concreto, carpeta asfáltica.

Periodo de explotación : Abril – Noviembre  
 Método de explotación : Equipo pesado convencional de Movimiento de tierras.

Cantera Cañahuas

Ubicación : Km. 52 + 740 a 100m lado izquierdo de la vía.  
 Acceso : directo desde el borde de la carretera.  
 Potencia : 200,000 metros cúbicos.  
 Rendimiento : 50%  
 Uso : Base, concreto, carpeta asfáltica.  
 Periodo de explotación : Abril – Noviembre.  
 Método de explotación : Equipo pesado convencional de Movimiento de Tierra.

Canteras de Arena

Loa agregados finos para las mezclas y para las obras se deberán obtener de las chancadoras que se ubicaran en las canteras; en el reconocimiento de comprobación de la zona del proyecto se ha constatado la existencia de bancos de arena, que podrían también ser utilizados previo lavado total y con la aprobación de la Supervisión. Estas canteras se encuentran ubicadas en las siguientes progresivas:

15 + 200	18 + 400	29 + 300	33 + 400
19 + 600	21 + 200	47 + 100	52 + 600
23 + 760	26 + 100		

**08. REVISIÓN DE DISEÑO DEL PAVIMENTO**

Después de haberse efectuado la revisión del diseño y comprobado in situ el estado actual de la vía se confirma el diseño del pavimento efectuado en el estudio original, puntualizando el cambio de la superficie asfáltica existente entre el Km. 0 +000, y el Km. 11+170 de la cual se considera aprovechable la base granular, demoliéndose y eliminándose la superficie de rodadura existente.

### Diseño de Mezcla Asfáltica

Para el diseño de la combinación de agregados de las mezclas asfálticas, se recomienda utilizar un tamaño máximo de 1/2" y una gradación de acuerdo a las especificaciones SUPERPAVE.

La determinación del óptimo contenido de bitumen, se deberá efectuar considerando los siguientes criterios:

- a) El máximo peso unitario de la mezcla compactada.
- b) Un porcentaje de vacíos de aire igual a 2%.
- c) Una fluidez de 4 mm. (16x10 pulg.).

El cemento asfáltico a emplearse será del tipo 85-100, la temperatura de calentamiento del asfalto, no será mayor de 140° C, sin embargo, la temperatura de calentamiento en obra se establecerá en función de la carta Viscosidad vs. Temperatura.

Se utilizará filler de aportación, siempre y cuando los materiales naturales, sean deficientes en la fracción menor de 75 micrones.

En lo posible no se empleará arena a una temperatura tal, que no haya necesidad de "tiempos de espera" antes del inicio de la compactación.

No deberá manipularse la mezcla, una vez colocada en pista (rastrillado). Cualquier problema de acabado deberá corregirse a nivel del diseño de la gradación de agregados. Deberá verificarse, igualmente, que el origen de los problemas de acabado de la carpeta, no se encuentren en la esparcidora o en planta (segregación).

El cálculo de vacíos en la mezcla asfáltica, deberá efectuarse considerando el peso específico efectivo de los agregados, para lo cual se deberá contar, en el laboratorio de planta, con un equipo para la ejecución del Ensayo Rice (AST D-2041). No deberá procederse con ningún trabajo relacionado con mezclas asfálticas, mientras no se cuente con dicho equipo.

Una vez que la carpeta asfáltica se encuentre concluida, se deberá efectuar ensayos para el control de la rugosidad, para lotes no menores de 5Km. de longitud. Calculada la rugosidad característica (Rs) total, deberá verificarse que esta no sea mayor de 2IRI.

Asimismo, se deberán efectuar ensayos de deflexiones, a fin de verificar la capacidad estructural del pavimento, tanto a nivel de subrasante, como a nivel de la carpeta asfáltica.

Se puntualiza que la estructura del pavimento estará compuesta por una capa de concreto asfáltico de 2" en caliente y una capa de base granular de 8" de espesor colocada sobre la subrasante compactada y aprobada por la Supervisión.

Entre el Km. 44 + 800 y el Km. 47 + 200, se colocará sobre la subrasante una capa anticontaminante de material granular y permeable de 8" de espesor; que permitirá el desplazamiento de las posibles aguas temporalmente almacenadas originadas por las precipitaciones pluviales.

Desde el Km. 00 + 000 hasta el Km. 30 + 000, el ancho superficial de la vía será de 8.10 mts incluyendo 0.75 mts de berma lateral asfaltada a cada lado de la vía.

Desde el Km. 30 + 000 hasta el Km. 53 + 336, el ancho superficial de la vía será de 9.00 mts incluyendo 1.20 mts de berma lateral asfaltada a cada lado de la carretera. En ambos casos el ancho de la superficie de rodadura según el proyecto original es de 6.60 mts.

La demarcación longitudinal sobre el pavimento se efectuará en el eje y en los bordes; debiendo medirse transversalmente 3.30 m desde el eje a ambos lados de la vía para obtener una distancia de borde a borde de 6.60 m; que corresponden al ancho de la superficie de rodadura. En las curvas horizontales se obtendrán mayores anchos debido a los sobre anchos que le corresponda a cada curva.

El tipo de pavimento diseñado para el tramo I de la carretera, así como su dimensionamiento, ha dependido con diversos grados de incidencia, de varios factores que de una u otra forma afectan su comportamiento dentro del periodo útil en que la Servicialidad deba mantenerse dentro de los valores límites que significan seguridad y comodidad; los factores analizados en el estudio original fueron: Aspectos geotécnicos y de suelos; características planialtimétricas de la vía; particularidades de tránsito; niveles de conservación y riesgos de congelamiento.

El tramo final de la carretera entre el Km. 40 + 000 al Km. 53 + 336 se encuentra sobre los 4000 m.s.n.m. si bien en algunas épocas del año, la temperatura desciende por debajo de los 0°C particularmente en las noches y en los sectores mas altos, no se dan periodos sostenidos de esas temperaturas que propiciarían el proceso de congelamiento; por tanto el agua incorporada a las capas componentes del pavimento no llegaría al punto de congelamiento.

Pero es necesario entonces darle la debida importancia al tipo y composición de los materiales granulares que van de la granulometría prevista.

La carretera Yura - Patahuasi; se inicia en una altitud de 2651 m.s.n.m. en Yura y termina en 4047 m.s.n.m. en Patahuasi; en Patahuasi; en la zona de pampa blanca se

presentan problemas de drenaje derivados por la horizontalidad de la pampa y por la altitud de la zona y para el mejoramiento y protección del tramo de la vía comprendida entre el Km. 44+800 y el Km. 47+200, se ha considerado el uso del manto geotextil tipo B, que se colocará sobre la capa anticontaminante compactada y aprobada por la supervisión.

## 09. CONDICIONES DE TRANSITABILIDAD DE LA VÍA EXISTENTE

Desde el Km.0+000, hasta el Km.11+170, el pavimento muestra una superficie de rodadura asfáltica en deterioro aproximadamente 1cm. de espesor; colocada sobre una capa de base granular de aproximadamente 20 cm. de espesor. La plataforma de rodadura existente presenta aceptables condiciones de transitabilidad; habiéndose evaluado según su rugosidad de regular a mala.

Los ensayos de rugosidad, para el diseño el pavimento, se efectuaron en el estudio original; ver páginas 265 al 317, volumen 1.

A partir del Km.11+170 hasta el Km.53+336 la superficie de rodadura está constituida por un material de préstamo a modo de base compactado con espesores mínimos de 20 cm. pero que en determinadas zonas alcanzan hasta 60 cm. de profundidad. Según la evaluación de su rugosidad, la transitabilidad en este tramo oscila entre mala y muy mala.

Dadas las características de la estructura, la vía pudo haber colapsado hace mucho tiempo, de no ser por los altos valores de CBR de la subrasante comprendido en 30% y 50%, desde el Km.0 + 000 hasta el Km.53 + 336.

## 10. TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

El replanteo y trazado final para la actualización técnico-económico del estudio para la rehabilitación de la carretera Yura – Patahuasi, se llevó a cabo por un equipo de estudio, integrado por dos brigadas de topografía bajo la dirección del jefe de trazo y diseño vial y bajo el control del jefe del proyecto.

Físicamente se ha materializado con trazos geométricos y armoniosos el eje actual y algunas variantes que fueron necesarias efectuar, estacando el eje en distancias de 20 metros para tramos en tangente y cada 10 metros para tramos en curva. A pesar que los nuevos elementos de trazado de curvas son diferentes a los el estudio, la



carretera existente mantiene su configuración geométrica horizontal desde el Km. 00+000 hasta el Km. 53+336.

Los vértices (PIS) de la poligonal definitiva y los puntos de principio (PC) o fin (PT) de curva se han monumentado con hitos de concreto y referidos a lugares estratégicos. Las coordenadas correspondientes a los PIS están referidas a las coordenadas de los hitos geodésicos en el sistema UTM.

La nivelación geométrica de precisión de segundo orden se materializa con las cartas oficiales (absolutas) el I.G.N empleándose los mismos BMS y tarjetas de control empleados en el estudio original.

La reposición de BMS se inició con el BM ubicado en la progresiva Km. 0+260 a la izquierda de la carretera, el mismo se encuentra monumentado con concreto y cuya cota absoluta es de 2658.793 m.s.n.m. Se han corrido nivelaciones de precisión en circuitos cerrados cada 500 mts, reponiendo los BMS por kilómetro de trazo; los mismos que se han monumentado con hitos de concreto y en rocas fijas; debidamente protegidos y fuera del alcance de los trabajos.

Se han nivelado todas las estacas del eje, levantándose el perfil longitudinal de la vía, tomándose como puntos de control y referencia los BMS y tarjetas de control del I.G.N.

Las secciones transversales de la vía, han sido tomadas en cada estaca del eje, en un ancho de 20 metros en proyección horizontal a cada lado del eje de la carretera. La inclinación de las secciones transversales en todo el tramo de la vía Yura – Patahuasi es variado, desde inclinaciones poco pronunciadas de 2° a inclinaciones de 75°.

Todos los PIS y BMS se monumentaron con estacas de fierro y concreto y algunos puntos se ubicaron sobre rocas fijas; además están referidas a puntos estratégicos. En los planos YP-004 y YP-004B se indican las referencias de los PIS.

El punto inicial de los estudios de la carretera Yura-Patahuasi Km. 00 + 000; se definió en el Km. 24 + 120.62 de la carretera Arequipa – Juliaca y el punto final se ha definido en el Km. 53 + 336.35 coincidente con el Km. 0 + 000 del tramo Patahuasi – Santa Lucía; al prolongar este eje recto a una distancia de 99.70 se ubica el primer PI del tramo II.

El punto inicial y final de los estudios del Tramo I, se encuentran monumentados con hitos de concreto visibles y con referencias precisas en el terreno, marcados además con pintura.

En los planos de planta y perfiles longitudinales se considera cotas de niveles de rasante terminada desde el Km. 0 + 000 hasta el Km. 11 + 000, debido que en esta zona

se removerá y eliminará el tratamiento asfáltico existente, agregándose base granular en un 30% del metrado real sobre la base existente, para adecuarse a los niveles y anchos de la vía. En el metrado de pavimentos está indicado la cantidad de base granular que deberá trabajarse.

Desde el Km. 11 + 000 hasta el Km. 53 + 336 se han considerado niveles de subrasante en los planos de perfiles longitudinales, porque el terreno natural existente en este sector, mayormente se encuentra a nivel de sur-rasante.

Se deberá tener presente que la capa de anticontaminante de 20cms. De espesor se colocará desde el Km. 44 + 800 hasta el Km. 47 + 200, sobre una subrasante perfilada y compactada, aprobada previamente por la Supervisión.

Además sobre la capa anticontaminante, se colocará un manto geotextil tipo B para proteger el pavimento.

#### Trazado de variantes

En el trazado final de la carretera Yura – Patahuasi se han ejecutado dos variantes puntuales respecto al proyecto original; la primera se produjo entre el Km. 8 + 000 al Km. 9 + 000; en el que se desplazó el eje de la vía paralelamente 4mts a la derecha, desde el PI 33 hasta el PI 34; originándose la ecuación de empalme en acortamiento de 1.52m en la progresiva Km. 8 + 358.48 = Km. 8 + 360, adelante.

En éste tramo se cortará un volumen total de 10148.50 metros cúbicos, originados mayormente por el desplazamiento del eje entre los PIS indicados.

La segunda variante se ejecutó entre el Km. 16 + 000 al Km. 17 + 000, en la curva horizontal nº 55 determinándose 160m de radio y un ángulo de 49° 11'36", siendo la progresiva del PI 55 el Km. 16 + 253.83 y originándose la segunda ecuación de empalme en alargamiento de 20 mts en la estaca Km. Km. 33 + 420 = Km. 33 + 400, adelante.

La medida real del tramo de la carretera en actualización del estudio es de 53 + 354,83 debido a la existencia de las ecuaciones de empalme producidas en el trazado de la vía; físicamente en el terreno el punto final del trazo está estacado y pintado la progresiva Km.53 + 336,35.

## **11. NUEVA FUENTE DE AGUA**

La ubicación y distancias de las fuentes de agua definidas en el estudio anterior, son las mismas y se encuentran al inicio y al final de la vía.

La nueva fuente de agua está ubicada en el Km. 39 + 010 a 200 mts lado izquierdo de la vía; en el que existen dos pozos contiguos de concreto de 600 metros cúbicos c/u construidos por ENAFER para su uso privado; los que al momento de la inspección de campo se encontraban con agua; pozos que pueden considerarse como una nueva posibilidad de utilización.

## 12. OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

Se ha revisado el expediente técnico, del estudio referente a las obras de arte y drenaje, compatibilizándolo con las obras existentes, tomándose datos reales de sus dimensiones, ubicaciones y estado actual de las mismas que se indican aparte en relación de alcantarillas y muros de sostenimiento de concreto armado.

Se confirma una vez más el diseño hidráulico de las estructuras de drenaje y alcantarillas indicados en el estudio original.

## 13. RELACIONES DE ALCANTARILLAS

CARRETERA: Yura - Patahuasi - Santa Lucía

TRAMO: Yura Patahuasi

Relación de Alcantarillas Proyectadas (Nuevas)

Nº	PROGRESIVA Km. + mts	ALC.	Longitud (mts)
1	00 + 580	36"	13.50
2	12 + 070	36"	16.02
3	19 + 800	36"	17.20
4	23 + 360	48"	16.20
5	39 + 684	48"	15.25
6	41 + 810	36"	16.40
7	42 + 400	36"	13.45
8	43 + 100	36"	16.35
9	43 + 840	36"	14.10
10	44 + 540	36"	12.35
11	45 + 320	36"	13.10
12	46 + 040	36"	13.95
13	46 + 790	36"	11.80
14	47 + 500	36"	11.35
15	48 + 200	36"	14.40
16	48 + 920	48"	13.25
17	49 + 620	60"	17.66
18	50 + 360	36"	14.80
19	50 + 920	36"	12.50
20	51 + 640	36"	13.45
21	52 + 260	36"	13.30
22	52 + 653	48"	12.80
23	53 + 080	36"	14.50

CARRETERA: Yura - Patahuasi - Santa Lucia  
 TRAMO: Yura Patahuasi  
 Relacion de Alcantarillas existentes

Nº	PROGRESIVA Km. + mts	ALC.	Longitud (mts)	Observaciones
1	1+ 090.00	36"	11.50	En buen estado, requiere limpieza
2	1+ 369.00	36"	16.40	En buen estado, requiere limpieza
3	1 + 695.50	36"	35.50	En buen estado, requiere limpieza
4	1 + 822.50	48"	57.70	En buen estado, requiere limpieza
5	2 + 020.00	36"	15.00	En buen estado
6	2 + 428.50	36"	12.50	Requiere limpieza
7	2 + 547.90	48"	16.80	Requiere limpieza
8	2 + 643.50	60"	52.80	En buen estado
9	3 + 214.20	36"	22.50	En buen estado
10	3 + 810.00	48"	36.50	En buen estado
11	5 + 095.00	48"	47.00	En buen estado
12	5 + 311.60	36"	14.10	Requiere limpieza
13	6 + 000.00	36"	18.10	En buen estado
14	6 + 103.50	36"	36.30	En buen estado
15	6 + 267.60	36"	15.00	En buen estado
16	6 + 667.00	36"	14.20	En buen estado
17	7 + 089.00	36"	14.30	Requiere limpieza
18	7 + 407.00	36"	14.50	Requiere limpieza
19	7 + 688.50	36"	16.50	En buen estado, requiere limpieza
20	8 + 189.00	36"	16.90	Requiere limpieza, reubicar la alcantarilla
21	8 + 560.00	36"	13.80	Requiere limpieza
22	8 + 999.00	36"	14.90	Requiere limpieza
23	9 + 245.00	36"	14.20	En buen estado
24	9 + 597.75	36"	13.20	Requiere limpieza
25	9 + 597.75	60"	22.40	En buen estado
26	9 + 697.00	36"	21.00	En buen estado, requiere limpieza
27	10 + 021.50	36"	22.90	En buen estado, requiere limpieza
28	10 + 367.00	36"	35.40	Requiere limpieza
29	11 + 928.50	36"	13.50	Requiere limpieza
30	12 + 496.00	36"	14.80	Requiere limpieza
31	12 + 766.00	48"	13.80	En buen estado
32	13 + 225.90	36"	31.70	En buen estado
33	13 + 508.10	48"	14.45	En buen estado
34	13 + 692.90	48"	12.45	En buen estado
35	13 + 828.60	36"	16.00	En buen estado, requiere limpieza
36	13 + 962.00	36"	12.40	En buen estado, requiere limpieza
37	14 + 625.00	36"	28.20	En buen estado, requiere limpieza
38	14 + 794.00	36"	29.60	En buen estado, requiere limpieza
39	15 + 016.75	48"	16.70	En buen estado, requiere limpieza
40	15 + 093.60	36"	24.00	Requiere limpieza
41	15 + 368.30	60"	39.40	Requiere limpieza
42	15 + 510.00	48"	14.85	En buen estado, requiere limpieza

43	15 + 618.00	60"	14.65	Demolición, muro cabezal derecho: requiere limpieza
44	15 + 046.50	36"	15.60	Requiere limpieza
45	16 + 660.00	36"	14.80	En buen estado
46	16 + 828.00	48"	36.00	Demolición, muro cabezal izquierdo: requiere limpieza
47	17 + 238.20	36"	17.60	Requiere limpieza
48	17 + 613.10	36"	16.60	Requiere limpieza
49	17 + 797.10	36"	17.50	Requiere limpieza, rehabilitar cabezal de salida
50	18 + 840.00	36"	18.70	Demolición, muro cabezal derecho: requiere limpieza
51	18 + 840.00	36"	38.00	Requiere limpieza
52	19 + 061.20	48"	21.90	Requiere limpieza, rehabilitar cabezal de salida
53	20 + 438.50	36"	15.10	En buen estado, requiere limpieza
54	20 + 511.10	48"	27.70	Demolición, muro cabezal derecho: Req limpieza
55	21 + 105.40	72"	23.80	En buen estado, falta cabezal derecho, Req limpieza
56	21 + 643.31	36"	17.30	En buen estado
57	21 + 822.65	36"	27.00	Requiere limpieza, falta cabezal derecho
58	22 + 111.10	48"	14.80	Demolición, muro cabezal derecho: requiere limpieza
59	22 + 621.90	36"	18.10	Requiere limpieza
60	23 + 653.00	36"	15.00	Requiere limpieza, rehabilitar cabezal derecho
61	23 + 969.10	36"	24.00	Demolición cabezal izquierdo
62	24 + 579.00	36"	22.20	En buen estado, requiere limpieza
63	24 + 740.30	88"	31.50	Demolición cabezal izquierdo
64	24 + 969.30	48"	16.20	En buen estado, requiere limpieza
65	26 + 327.25	48"	15.10	En buen estado, requiere limpieza
66	27 + 050.00	72"	52.10	Requiere limpieza
67	27 + 757.50	48"	14.20	Requiere limpieza
68	28 + 975.65	48"	13.80	En buen estado
69	28 + 975.65	48"	12.00	En buen estado, relleno talud izquierdo
70	30 + 824.92	48"	14.00	En buen estado
71	32 + 081.80	72"	34.60	Alcantarilla de dos ojos, en buen estado
72	33 + 404.00	60"	24.80	Requiere limpieza
73	33 + 508.60	36"	14.50	En buen estado, requiere limpieza
74	34 + 124.45	36"	14.64	En buen estado
75	34 + 721.60	36"	16.40	En buen estado
76	35 + 681.30	36"	14.61	En buen estado
77	36 + 485.00	36"	15.40	En buen estado, requiere limpieza
78	36 + 832.80	36"	15.40	En buen estado
79	37 + 075.00	36"	12.50	En buen estado
80	37 + 307.35	60"	13.90	En buen estado
81	38 + 161.60	36"	13.90	En buen estado, sin muros cabezales
82	38 + 381.35	36"	13.90	En buen estado, sin muros cabezales
83	38 + 555.00	60"	27.00	Requiere limpieza
84	40 + 347.60	48"	20.50	En buen estado
85	40 + 976.00	36"	13.80	Requiere limpieza, sin muros cabezales

#### 14. ZONAS DE MEJORAMIENTO DEL TERRENO EXISTENTE

En la zona de la laguna Pampa Blanca Km.44+800 – 47+200 se presentan problemas de drenaje derivados por la horizontalidad de la pampa, en caso de una tormenta extraordinaria esta puede producir almacenamiento de aguas superficiales de corta duración; el mejoramiento y protección de la vía en esta zona se obtendrá:

a) Elevando la cota de la subrasante, de acuerdo a los niveles que se indican en los perfiles longitudinales de la vía.

b) Colocando una capa anticontaminante y permeable de 20cms, sobre la subrasante compactada la cual permitiría el desplazamiento de las aguas temporalmente almacenadas.

c) Instalando drenes sub-superficiales para proteger la estructura del pavimento a base de tuberías de cemento de 8" simplemente unidas transversalmente al eje de la vía y espaciados cada 50 mts; según lo indicado en el plano n° YP-004.

#### 15. VERIFICACIÓN DE TALUDES

Se realizó recorridos por todo el tramo de la vía; analizándose los macizos rocosos y las formaciones principales, que fueron cortadas para dar paso a la carretera, apreciándose en algunas zonas en las que como producto de la exposición al intemperismo, se ha producido un ligero aflojamiento superficial sobre los planos de juntas, generando una disgregación final de fragmentos.

Existen recomendaciones para el tratamiento de los taludes en zonas específicas, derivadas del estudio geológico y de suelos; estas son: la construcción de muros de contención, desquinche manual, tendido de taludes, la construcción de banquetas y zanjas de coronación.

En algunas zonas críticas podrían estabilizarse taludes con el uso de concreto proyectado (Shotcrete), previa evaluación in-situ y aprobación por la Supervisión; los tramos que podrían requerir tratamiento especial son los que se indican:

Kilometraje		Longitud m	Ancho m	Altura m
Km.	Km.			
12+560	12+700	140.00	3.00	0.20
13+710	13+800	90.00	5.00	0.20
15+920	15+940	20.00	5.00	0.30
27+100	27+160	60.00	4.00	0.20
29+380	29+430	50.00	5.00	0.30
Total		360.00		

**16. RELACIÓN DE MUROS****RELACIÓN DE MUROS EXISTENTES**

Nº	PROGRESIVA	TIPO	LONGITUD
1	Km. 12 + 900 – Km. 12 + 952	M5	52.00
2	Km. 13 + 020 – Km. 13 + 081	M5	61.00
3	Km. 13 + 952 – Km. 13 + 976	M7	24.00
4	Km. 14 + 360 – Km. 14 + 430	M5	70.00
5	Km. 19 + 333 – Km. 19 + 352	M4	19.00
6	Km. 19 + 503 – Km. 19 + 514	M5	11.00
7	Km. 19 + 680 – Km. 19 + 690	M4	10.00
8	Km. 20 + 068 – Km. 20 + 088	M4	20.00

**RELACIÓN DE MUROS PROYECTADOS (NUEVOS)**

Nº	PROGRESIVA	TIPO	LONGITUD
1	Km. 04 + 660 – Km. 04 + 680	M2	20.00
2	Km. 05 + 110 – Km. 05 + 120	M2	10.00
3	Km. 13 + 520 – Km. 13 + 680	M1	160.00
4	Km. 14 + 800 – Km. 14 + 810	M2	10.00
5	Km. 17 + 060 – Km. 17 + 070	M2	10.00
6	Km. 19 + 530 – Km. 19 + 540	M2	10.00
7	Km. 30 + 640 – Km. 30 + 670	M2	30.00
8	Km. 31 + 020 – Km. 31 + 070	M5	50.00
9	Km. 34 + 720 – Km. 34 + 730	M5	10.00
10	Km. 36 + 740 – Km. 36 + 760	M2	20.00

## 17. RELACIÓN DE TALUDES PARA DESQUINCHE MANUAL

Kilometraje		Longitud	Ancho	Altura
Km.	Km.	m	m	m
2+820	2+880	60.00		
3+300	3+380	80.00	4.00	0.20
3+540	3+600	60.00	4.00	0.30
4+030	4+110	80.00	5.00	0.20
4+130	4+200	70.00	4.00	0.20
4+460	4+560	100.00	3.00	0.30
4+590	4+740	150.00	4.00	0.20
5+180	5+300	120.00	3.00	0.30
5+320	5+470	150.00	3.00	0.20
5+630	5+800	170.00	4.00	0.20
6+160	6+220	60.00	3.00	0.20
6+320	6+600	280.00	5.00	0.30
6+940	7+060	120.00	3.00	0.20
7+200	7+300	100.00	3.00	0.20
7+440	7+640	200.00	4.00	0.20
7+900	8+040	140.00	3.00	0.20
8+260	8+500	240.00	4.00	0.20
8+600	8+660	60.00	3.00	0.20
9+100	9+220	120.00	4.00	0.30
9+360	9+560	200.00	4.00	0.20
9+640	9+670	30.00	3.00	0.20
9+740	9+800	60.00	4.00	0.30
9+870	9+960	90.00	3.00	0.30
10+180	10+330	150.00	3.00	0.30
10+400	10+760	360.00	2.00	0.20
12+560*	12+700	140.00	3.00	0.20
12+880	13+110	230.00	3.00	0.20
13+360	13+470	110.00	4.00	0.20
13+520	13+680	160.00	4.00	0.20
13+710*	13+800	90.00	5.00	0.20
14+020	14+070	50.00	4.00	0.30
14+220	14+230	10.00	5.00	0.30
15+920*	15+940	20.00	5.00	0.30
19+370	19+450	80.00	4.00	0.30
19+540	19+700	160.00	3.00	0.20
19+760	19+880	120.00	3.00	0.20
19+980	20+140	160.00	3.00	0.20
27+100*	27+160	60.00	4.00	0.20
27+210	27+300	90.00	4.00	0.30
29+380*	29+430	50.00	5.00	0.30
29+580	29+720	140.00	4.00	0.20
29+930	30+110	180.00	3.00	0.20
<b>TOTAL</b>		<b>5100 ML</b>		

(\*) Tramos que podrían requerir tratamiento especial.



## 18. TRATAMIENTO DEL IMPACTO AMBIENTAL

El Contratista, deberá tener presente las normas de comportamiento y los lineamientos básicos para realizar un manejo ambiental adecuado durante la construcción de la carretera; la necesidad del mismo debe a los impactos ambientales que se presentan en la ejecución de caminos. Entre estos impactos pueden citarse los efectos directos sobre el medio físico, representados en gran medida en la desestabilización de los taludes e interrupciones del drenaje entre otros.

Se buscará siempre minimizar los efectos de la construcción sobre el ambiente, bajo la supervisión de un representante ambiental del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.

El contratista deberá procurar producir el menor impacto ambiental durante la construcción, sobre los suelos, cursos de agua, calidad del aire organismos vivos y comunidades indígenas y demás asentamientos humanos.

Es responsabilidad de las Compañías Contratistas, conocer los lineamientos ambientales emanados por la Dirección General de Medio Ambiente del Ministerio; así como los de cumplir con todas las leyes, reglamentaciones y demás normas vigentes emanadas por las diferentes autoridades ambientales.

Los daños a terceros causados por incumplimiento de éstas normas, son responsabilidad de los Contratistas, quienes deberán recuperarlos a su costo, las compañías harán divulgación del contenido de las normas de comportamiento a sus trabajadores por medio de conferencias, avisos informativos y preventivos sobre los asuntos ambientales.

### Normas que deberán cumplirse

Con el fin de prevenir efectos ambientales que usualmente se producen por falta de una adecuada educación ambiental de las personas que laboran en los proyectos; el contratista difundirá y hará cumplir las normas generales de comportamiento del personal durante la construcción de la carretera sobre flora y fauna, calidad y uso de las aguas y sobre las comunidades cercanas.

Por su parte, el contratista deberá cumplir entre otras normas establecidas las siguientes:

**\* Sobre las aguas**

Para evitar la interrupción de los drenajes, se colocarán las alcantarillas y cajas recolectoras simultáneamente con la nivelación de la vía y la construcción de terraplenes, nunca se dejarán para después de la construcción de las vías.

Cuando las cunetas de una obra o trabajo confluyan directamente a un río o quebrada, éstos deberán estar provistos de obras civiles que permitan la decantación de sedimentos, y si es el caso, hacer algún tratamiento previo antes de conducirlos al río.

Los drenajes deben conducirse siguiendo las curvas de nivel hacia canales naturales protegidos. En caso de que eso no sea posible, se deben construir obras civiles de protección mecánica para el vertimiento de las aguas, (Estructuras de disipación de energía a la salida del terreno para evitar la erosión).

El contratista tomará las medidas necesarias para garantizar que cemento, limos, arcillas o concreto fresco no tengan como receptor final lechos de cursos de agua.

**\* Sobre el uso de explosivos**

El uso de dinamita u otros explosivos se restringirá únicamente a las labores propias de construcción que así lo requieran. Su custodia estará a cargo de un almacenista, bajo la supervisión del Ingeniero Jefe y el Inspector de la obra. En lo posible, se contará con la vigilancia de las Fuerzas Armadas, especialmente en áreas con problemas de orden público.

Su ubicación tendrá en cuenta las normas de seguridad que permitan garantizar que no se pongan en peligro las vidas humanas y el medio ambiente, así como obras y construcciones existentes, por riesgo de accidentes.

Se procurará almacenar el mínimo posible de dinamita que permita realizar razonablemente las obras de construcción.

El uso de la dinamita debe ser realizado por un experto, con el fin de evitar los excesos, que pueden desestabilizar los taludes, causando problemas en un futuro.

**\* Sobre la extracción de materiales**

Las zonas para extracción de materiales de construcción (áreas de préstamo de arenas, gravas, piedra, etc.), sean de peñas o playones de ríos o quebrada, serán seleccionadas previo un análisis de alternativas y su explotación será sometida a aprobación por parte de la DGMA.

El material superficial o de descapote removido de una zona de préstamo, debe ser apilado y cubierto con plásticos para ser utilizado en las restauraciones futuras.

Cuando la calidad del material lo permita, se aprovecharán los materiales de los cortes para realizar rellenos, o como fuente de materiales constructivos, con el fin de minimizar la necesidad de explotar otras fuentes y disminuir los costos ambientales y económicos.

Los desechos de los cortes no podrán ser dispuestos a media ladera ni arrojados a los cursos de agua. Estos serán acarreados a botaderos seleccionados en el diseño de la obra y dispuestos adecuadamente, con el fin de no causar problemas de deslizamientos y erosión posteriormente.

#### **\* Sobre los campamentos**

Los campamentos deben quedar en lo posible alejados de las zonas pobladas, con el fin de evitar problemas sociales en los mismos.

En ningún caso los campamentos quedarán ubicados aguas arriba de las fuentes de abastecimiento de agua de núcleos poblados. Por los riesgos sanitarios que esto implica.

Todos los campamentos contarán con pozos séptico, técnicamente diseñados. Por ningún motivo se verterán aguas negras en los cursos de agua.

No se arrojarán desperdicios sólidos de los campamentos a las corrientes o a media ladera. Estos se depositarán adecuadamente, en un pequeño relleno sanitario manual.

El pozo séptico y la fosa de residuos sólidos deberán ser excavados a mano y su construcción deberá cumplir con los requerimientos ambientales de impermeabilización y tubería de infiltración.

La alimentación diaria del personal, especialmente de aquel localizado en áreas boscosas, deberá ser lo suficientemente balanceada y variada, con el fin de reducir la necesidad de cazar o pescar ilícitamente.

Los campamentos contendrán equipos de extinción de incendios y material de primeros auxilios.

En lo posible, los campamentos serán prefabricados. En caso de realizar montaje de campamentos de madera de la región, se deben seleccionar en lo posible los árboles que queden en el derecho de la vía, con el fin evitar la tala innecesaria de árboles.

Los campamentos serán desmantelados una vez sean abandonados, excepto en el caso en que pudiera ser donados a las comunidades para beneficio común, como para ser destinados a escuelas o centros de salud.

En el caso de desmantelar los campamentos, los residuos resultantes deberán ser retirados y dispuestos adecuadamente. Los materiales reciclables deberán ser utilizados o donados a las comunidades.

**\* Sobre la maquinaria y equipos**

Las siguientes medidas están diseñadas para prevenir el deterioro ambiental, previniendo problemas de contaminación sobre las aguas, suelos y atmósfera.

El equipo móvil incluyendo maquinaria pesada, deberá estar en buen estado mecánico y de carburación, de tal manera que se quemé el mínimo necesario de combustibles, minimizando así las emisiones atmosféricas.

Asimismo, el estado de los silenciadores de los motores debe ser bueno. Para evitar el exceso de ruidos. Igualmente se prevendrán los escapes de combustibles o lubricantes que puedan afectar los suelos o cursos de agua.

Estos equipos deben operarse de tal manera que causen el mínimo deterioro posible a los suelos, vegetación y cursos de agua en el sitio de las obras.

El aprovisionamiento de combustibles y el mantenimiento del equipo móvil y maquinaria, incluyendo lavado y cambio de aceites, deberá realizarse de tal manera que estas actividades no contaminen los suelos o las aguas. Los patios para estas actividades deberán estar ubicados en forma aislada de cualquier curso de agua.

Los cambios de aceite de las maquinarias deberán ser cuidadosos, disponiéndose el aceite de desecho en blondones o canecas, para ser retirado a sitios adecuados en las poblaciones cercanas. Por ningún motivo estos aceites serán vertidos a las corrientes de agua o al suelo.

Es responsabilidad de las Compañías Contratistas, conocer los lineamientos ambientales emanados por la Dirección General del Medio Ambiente del Ministerio; así como las de cumplir con todas las leyes, reglamentaciones y demás normas vigentes emanadas por las diferentes autoridades ambientales.

Los daños a terceros causados por incumplimiento de estas normas, son responsabilidad de los contratistas, quienes deberán recuperarlos a su costo, las compañías harán divulgación del contenido de las normas de comportamiento a sus trabajadores.

---

***ANEXOS 4: Estudio de Evaluación del 2004***

---

## **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO**

El presente estudio fue realizado por la Oficina de Control de Calidad de la Dirección General de Caminos, evaluando el sector comprendido entre los Km. 25+000 – Km. 46+000, a solicitud del Ministerio de Transportes por las fallas prematuras que presento al poco tiempo de uso, los resultados se presentan en el siguiente resumen.

Los trabajos de pavimentación realizados por la asociación de las empresas constructoras GUTSA – ARAMSA y supervisados por la Asociación HIDROSERVICE – HOB PROYECTO YURA, han sido los indicados en el Estudio desarrollado por la firma Consultora VICTOR CHAVEZ IZQUIERDO S.A. En dicho Estudio se planteó la ejecución del siguiente paquete estructural: Capa de Base Granular de 20 cm y Carpeta Asfáltica en Caliente de 5 cm, que posteriormente fue modificado a la siguiente estructura: Capa de Base Granular de 25 cm y Carpeta Asfáltica en Caliente de 9 cm.

### **1 De la Evaluación Superficial**

#### **1.1. Del Relevamiento de Fallas en el Pavimento**

Para determinar el grado de severidad de las fisuras encontradas se han seguido las pautas establecidas por el estudio del MTC-CONREVIAl (Catalogo de Fallas), que considera, entre otras, los siguientes criterios:

- Severas (S) : Cuando las aberturas son mayores de 3mm.
- Moderadas (M) : Aberturas entre un rango de 1 a 3mm.
- Leves (L) : Las aberturas (ancho de grietas) son menores a 1mm.

Las fallas observadas en el pavimento son en su mayoría del tipo 2, distribuidas a lo largo del sector evaluado, tanto en forma transversal como longitudinal, predominando las de magnitud moderada.

También se observaron fallas que en principio presentan ramificaciones (falla tipo 4), que al interconectarse forman grandes bloques (> 15 cm., falla tipo 6), las que a su vez evolucionan hacia bloques angulosos y pequeños (< 15 cm., falla tipo 8).

#### **1.2. De la Medición de la Rugosidad**

En los cuadros de valores IRI se tabulan las lecturas de campo (BI) y su correspondiente valor de rugosidad, valores a partir de los cuales se han calculado los siguientes parámetros:

MEDICIÓN DE RUGOSIDAD	CARRETERA YURA PATAHUASI Km. 25+000 – Km. 46+000			
	Carril	DERECHO	IZQUIERDO	AMBOS
RUGOSIDAD MÁXIMA (m/Km.)		3.44	3.51	3.51
RUGOSIDAD MÍNIMA (m/Km.)		2.51	2.08	2.08
RUGOSIDAD MEDIA (m/Km.)		2.95	2.97	2.96
DESVIACIÓN TÍPICA (%)		0.16	0.3	0.23
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)		5.48	8.51	7.81

Cuadro N°1

Como se observa en el cuadro los valores de ambos carriles supera el máximo especificado para pavimentos nuevos (IRI < 2.5 n/Km.), como se menciona también se efectuó el cálculo del Índice de Servicialidad Presente obteniéndose los valores siguientes:

MEDICION DE RUGOSIDAD	CARRETERA YURA PATAHUASI Km. 25+000 – Km. 46+000			
	Carril	DERECHO	IZQUIERDO	AMBOS
<b>PSI</b>		2.93	2.92	2.92

Cuadro N°2

Como se puede apreciar los valores Índice de Servicialidad Presente se encuentran muy cercanos a 3 y dentro del rango de 2 a 3, al cual corresponde el calificativo en cuanto a la transitabilidad de REGULAR.

## 2. De la Evaluación Estructural por Deflectometría

### 2.1. De las Deflexiones

Para el procesamiento de los datos registrados en el campo se hizo empleo de un programa de computo que desarrolla la metodología propuesta para la evaluación Estructural por el Consorcio MTC-CONREVIAl, indicándose que el trafico empleado para el análisis es el de diseño (EAL =  $4.90 \cdot 10^6$ ).

Por otro lado, se diagramo las deflexiones máximas (Deflectograma), dividiéndose la carretera en cuanto sectores: I (Km. 25+000 – Km. 30+500), II (Km. 30+500 – Km. 39+800), III (Km. 39+800 – Km. 45+900), hallando para la totalidad del tramo y en cada sector los parámetros estadísticos necesarios para contrastar las deflexiones con los criterios del MTC-CONREVIAl, dichos cálculos se muestran en los cuadros N°3, 4, 5, 6 y 7.

### ESTADÍSTICA DE LAS DEFLEXIONES

MEDIDAS ESTADÍSTICAS	TOTALIDAD DEL TRAMO	
	DERECHO	IZQUIERDO
<b>CARRIL</b>		
Media Aritmética (*10 <sup>-2</sup> mm.)	67.47	64.42
Máximo Valor (*10 <sup>-2</sup> mm.)	143.94	120.84
Mínimo Valor (*10 <sup>-2</sup> mm.)	23.89	33.07
Desviación Estándar (%)	16.75	14.31
Coefficiente de variación (%)	0.25	0.22

Cuadro N°3

MEDIDAS ESTADÍSTICAS	SECTOR I: Km. 25+000 – Km. 30+500	
	DERECHO	IZQUIERDO
<b>CARRIL</b>		
Media Aritmética (*10 <sup>-2</sup> mm.)	62.23	67.19
Máximo Valor (*10 <sup>-2</sup> mm.)	143.94	120.84
Mínimo Valor (*10 <sup>-2</sup> mm.)	32.83	38.32
Desviación Estándar (%)	15.08	16.81
Coefficiente de variación (%)	0.24	0.25

Cuadro N°4

MEDIDAS ESTADÍSTICAS	SECTOR I: Km. 30+500 – Km. 39+800	
	DERECHO	IZQUIERDO
<b>CARRIL</b>		
Media Aritmética (*10 <sup>-2</sup> mm.)	67.13	59.67
Máximo Valor (*10 <sup>-2</sup> mm.)	125.5	91.53
Mínimo Valor (*10 <sup>-2</sup> mm.)	23.89	33.07
Desviación Estándar (%)	16.18	11.76
Coefficiente de variación (%)	0.24	0.2

Cuadro N°5



MEDIDAS ESTADÍSTICAS	SECTOR I: Km. 39+800 - Km. 43+700	
CARRIL	DERECHO	IZQUIERDO
Media Aritmética (*10 <sup>-2</sup> mm.)	77.18	73.52
Máximo Valor (*10 <sup>-2</sup> mm.)	137.53	112.88
Mínimo Valor (*10 <sup>-2</sup> mm.)	34.76	50.1
Desviación Estándar (%)	18.47	13.53
Coefficiente de variación (%)	0.24	0.18

Cuadro N°6

MEDIDAS ESTADÍSTICAS	SECTOR I: Km. 43+700 - Km. 45+950	
CARRIL	DERECHO	IZQUIERDO
Media Aritmética (*10 <sup>-2</sup> mm.)	65.34	58.75
Máximo Valor (*10 <sup>-2</sup> mm.)	93.49	78.97
Mínimo Valor (*10 <sup>-2</sup> mm.)	39.3	42.74
Desviación Estándar (%)	11.77	9.09
Coefficiente de variación (%)	0.18	0.15

Cuadro N°7

El análisis de las Deflexiones Recuperables ha demostrado que se presentan valores que asemejan una distribución normal, ahora bien de acuerdo al estudio realizado por el MTC-CONREVAL la deflexión Característica (Dc), valor representativo de los sectores señalados, quedara definida como:

$$Dc = Dprom + 1.645 \cdot \sigma$$

Donde, Dc : Deflexión Característica del tramo.

Dprom : Deflexión Media

$\sigma$  : Desviación estándar

En esta formula se considera que un 5% de las deflexiones se encuentra por encima del valor de la Deflexión Característica (Dc).

- Sobre la base de los criterios expuestos por el Dr. Ruiz, quien desarrollo relaciones ambientales y con espectros de carga similares a la generalidad de los tramos estudiados en el país, se ha establecido, como criterio de deflexión admisible, el definido por la ecuación.  $N = 1.15 / D adm.$
- Para el caso presente tenemos como datos:
  - o  $N = 4.8 \cdot 10^6$  Repeticiones (Informe N°2. Diseño de Pavimento, Octubre 1999 del Supervisor)
  - o  $D adm =$  Deflexión Admisible

De estos datos se obtiene la Deflexión Admisible =  $69.9 \cdot 10^{-2}$  mm.

Estos valores han sido confrontados con la Deflexión Admisible, valor que está en relación principal con el tránsito del diseño que soportará la carretera durante todo su periodo de diseño y que nos indicara la performance de la estructura construida. Los valores obtenidos para la presente evaluación se indican en el cuadro N° 08.

TRAMO	CARRIL	CRITERIO MTC-CONREVIAl	
		D admisible (*10 <sup>-2</sup> mm)	D características (*10 <sup>-2</sup> mm)
Km. 25+000 - Km. 45+900	Derecho	95.0	69.9
	Izquierdo	87.9	69.9
Km. 25+000 - Km. 30+500	Derecho	87.0	69.9
	Izquierdo	94.8	69.9
Km. 30+500 - Km. 39+800	Derecho	93.7	69.9
	Izquierdo	79.0	69.9
Km. 39+800 - Km. 43+700	Derecho	107.5	69.9
	Izquierdo	95.8	69.9
Km. 43+700 - Km. 45+900	Derecho	84.7	69.9
	Izquierdo	73.7	69.9

Cuadro N°8

Se puede apreciar del cuadro anterior que la Deflexión Característica, para ambos carriles, supera la Deflexión Admisible lo que conlleva a establecer insuficiencia estructural del pavimento.

## 2.2 De los Radios de Curvatura

De acuerdo al seccionamiento del carril derecho e izquierdo de la vía en base a la tendencia del Deflectograma, se ha podido determinar valores medios del radio de curvatura, los cuales se presentan a continuación.

TRAMO	CARRIL	RADIO DE CURVATURA (m)			
		Mínimo	Máximo	Promedio	Critico
Km. 25+000 - Km. 45+900	Derecho	28.32	666.37	157.00	67.09
	Izquierdo	46.18	680.08	171.09	71.14
Km. 25+000 - Km. 30+500	Derecho	28.32	666.37	153.99	69.36
	Izquierdo	46.18	652.69	157.74	54.30
Km. 30+500 - Km. 39+800	Derecho	39.84	661.29	153.52	66.85
	Izquierdo	61.21	680.08	179.64	91.72
Km. 39+800 - Km. 43+700	Derecho	37.42	326.53	145.47	63.50
	Izquierdo	51.06	656.03	159.32	66.16
Km. 43+700 - Km. 45+900	Derecho	79.44	648.68	198.61	82.51
	Izquierdo	93.19	670.89	196.27	94.88

Cuadro N°9

La mayoría de los resultados de Radios de Curvatura son bajos (menores de 300), por lo que esta indicando deficiencia en la conformación de capas del pavimento.

Los valores bajos del Radio de Curvatura señalan que la mayor parte de la deflexión ocurre en las capas superiores, situación indicativa de la **deficiencia en la conformación de las capas granulares.**

Adicionalmente se calculará el refuerzo necesario para que la estructura del pavimento soporte el tránsito del diseño, para lo cual se empleará la expresión propuesta por el Consorcio MTC-CONREVIAl:

$$h = \frac{R}{0.434} * \log \frac{D_0}{D_h}$$

- Donde:
- h = Espesor de Refuerzo (cm.)
  - R = Coeficiente con dimensiones de un espesor, que expresa la capacidad del material de refuerzo para reducir la deflexión del pavimento subyacente (el Consorcio MTC-CONREVIAl recomienda R =17)
  - D<sub>0</sub> = Deflexión recuperable (mm/100) del pavimento sin Refuerzo (actual). Para nuestro caso tomaremos la Deflexión característica.
  - D<sub>h</sub> = Deflexión recuperable (mm/100) luego de colocar el Refuerzo h deflexión que se pretende obtener (Deflexión admisible).

Los valores de refuerzo obtenidos para la totalidad del tramo, así como también para los sectores de acuerdo a las Deflexiones Máximas se presentan en el Cuadro N° 10.

TRAMO	h: Espesor requerido (cm.)	
	Carril Derecho	Carril Izquierdo
Km. 25+000 - Km. 45+900	5.31	4.08
Km. 25+000 - Km. 30+500	3.79	5.26
Km. 30+500 - Km. 39+800	5.13	2.12
Km. 39+800 - Km. 43+700	6.31	4.74
Km. 43+700 - Km. 45+900	3.39	0.88

Cuadro N° 10.

También se ha efectuado el cálculo del espesor necesario para reducir la totalidad de las deflexiones de ambos carriles para obtener el valor de deflexión de ambos carriles para obtener el valor de deflexión admisible, dicho valor se presenta en el Cuadro N° 11.

Totalidad del Tramo	h : Espesor requerido (cm.)
	Ambos Carriles
Km. 25+000 – Km. 46+000	4.7

Cuadro N° 11.

De los valores presentados en el Cuadro N° 10 y 11, correspondiente al Espesor del Esfuerzo requerido, para que la Deflexión Característica (actual, luego de dos años de transcurrido la construcción de la primera capa del pavimento) disminuya al valor de la Deflexión Admisible (futura, juego del período de diseño y transcurrido la totalidad del tráfico de diseño); se establece que en su gran mayoría son superiores y/o muy cercanos por defectos al espesor de la segunda capa por lo que su colocación mantendría la deficiencia estructural del pavimento.

Así mismo los valores del espesor del refuerzo requerido ratifican los bajos valores de Radio de Curvatura obtenidos, los cuales indican deficiencia estructural en el pavimento.

### 3 Análisis de Ensayos de Laboratorio

De los resultados de los ensayos de Laboratorio ejecutados se pueden indicar como puntos más relevantes los siguientes:

#### **3.1 Material de Subrasante:**

- De los resultados de ensayos correspondiente a la caracterización físico – mecánicas, efectuados con los materiales muestreados luego de efectuadas las prospecciones cada 250m aproximadamente se puede establecer los porcentajes de suelos y roca que existen como terreno de fundación de la carretera; los cuales presentan los porcentajes siguientes a lo largo del terreno de fundación:

Gravas (GM, GP-GM, GW-GM, GM-GC)	14%
Arenas (SC, SM, SP-SM, SW-SM)	86%

- De los Análisis Petrográficos Microscópico, se determina que entre el Km. 25+250 – Km. 28+550 el material de subrasante esta compuesto predominantemente por fragmentos de rocas ígneas, de naturaleza subvolcánicas (brechas andesíticas y andesitas) entre 10 – 100% y los de naturaleza piroclásticas y/o subvolcánica (tobas arenosas y areniscas tobáceas) varían entre 5 – 30%. Entre los Km. 30+500 – Km. 45+250, los porcentajes de fragmentos de naturaleza subvolcánica decrecen entre 70 – 30% excepto entre las progresivas 35+250 y 35+750 donde se tienen entre 80-85% de fragmentos subvolcánicos y entre 15-20% de fragmentos de naturaleza piroclástica y/o volcánica – sedimentaria.
- Se efectuaron CBRs de acuerdo a Norma de Ensayo ASTM D-1883, cuyos valores al 95% de la Máxima Densidad Seca se encuentran en el rango de: 24% a 45% y al 100% de la Máxima Densidad Seca dentro de los valores de 33% a 74%.
- También se efectuaron CBRs a la Densidad y Humedad In situ, mediante la Metodología del Cuerpo de Ingenieros, compactando los moldes a diferentes energías de compactación y humedad, los cuales fueron penetrados sin embeber; de los resultados obtenidos se establece que en valor mínimo de los CBR de la Subrasante en condiciones de campo son superiores a 45%.
- De los resultados del Grado de Compactación alcanzados por la Subrasante se concluye que estos cumplen requerimientos de obra al ser superiores al 95%; tal como se puede apreciar en el Grafico N°01.

### 3.2 Base Granular:

- Durante la ejecución de las calicatas se verificó el espesor de la Base Granular los cuales cumplen con el establecido en el Diseño del Pavimento (25cm).
- Los ensayos efectuados a los materiales de Base Granular, indican que tanto la Gradación, Constantes Físicas, Equivalente de Arena, Porcentaje de Partículas Chatas y Alargadas, Porcentaje de Caras de Fractura y Contenido de Sales Solubles cumplen con Especificaciones Técnicas.
- Del Análisis Petrográfico Macroscópico el material de Base Granular está compuesto por fragmentos de rocas ígneas, de naturaleza subvolcánica (brechas andesíticas y andesitas) entre 75-90% y de naturaleza piroclástica y/o volcánica-sedimentaria (tobas arenosas y areniscas tobáceas) entre 10 – 25%, excepto entre las progresivas Km. 33+350, Km. 36+000 y Km. 42+000

donde se tiene entre 30-35% de fragmentos de naturaleza subvolcánica y entre 45-70% de naturaleza piroclásticas y/o volcánica-sedimentaria. Entre el Km. 43+000 al Km. 46+000, el material de base se compone entre 60 – 70% de fragmentos de naturaleza subvolcánica y entre 30-40% de naturaleza piroclásticas y finalmente en el Km. 46+250 el porcentaje de fragmentos subvolcanicos decrecen a 40% mientras los de naturaleza piroclasticas y/o volcánica-sedimentaria aumentan a 60%.

- En cuanto a los valores obtenidos de Abrasión estos se encuentran muy cercanos a superar el límite establecido por Especificaciones Técnicas, encontrándose un valor (Km. 25+000), fuera de Especificaciones de un total de 8 ensayos correspondiente a las siguientes progresivas Km. 25+000, Km. 28+800, Km. 30+750, Km. 31+750, Km. 35+000, Km. 38+750, Km. 41+000 y Km. 44+300. (Grafico N° 02).

De los resultados del Grado de Compactación alcanzados por la capa de Base Granular se concluye que la mayoría (54.1) de estos no cumplen requerimientos de obra al ser inferiores al 100%.

- Los grados de Compactación que no cumplen con Especificaciones Técnicas, se encuentran distribuidos a lo largo de todo el tramo, presentando una mayor concentración entre los tramos Km. 25+000 – Km. 32+000 y Km. 40+250 – Km. 43+000, Tal como se puede apreciar en el Grafico 3.

### 3.3 Carpeta Asfáltica en Caliente:

- De acuerdo a los resultados de Lavados Asfálticos se observa una elevada variación en los Porcentajes de Cemento Asfáltico desde 5.4% hasta 7.9%; de los cuales el 68.5% no cumple con el Porcentaje requerido por el Diseño Marshall (7.2%); estableciéndose que en su gran mayoría estos se encuentran en defecto y se encuentran ubicados a lo largo del tramo (Grafico N° 04).
- La granulometría de los agregados obtenidos de los Lavados Asfálticos procedentes de los bloques de carpeta asfáltica, el 50% no cumplen con la gradación exigida por Especificaciones Técnicas. De los cuales el 45.5% presenta excesos de finos (material que pasa la malla N°200) dado que supera el máximo exigido por Especificaciones Técnicas (material que pasa la malla N°200 debe encontrarse en el rango 4 – 10%).
- El porcentaje de vacíos del concreto asfáltico en su gran mayoría (57.1%) no cumple con Especificaciones Técnicas por ser mayores a 4%, valor

- requerido para mezclas asfálticas en zona de altura; indicativo de una baja densificación de la capa colocada.
- Estos valores de Porcentajes de Vacíos de la mezcla asfáltica superan el valor permitido para este tipo de mezcla colocada en altura, se encuentran ubicados a lo largo de todo el tramo; tal como se puede apreciar en el Grafico N° 05.
  - Además cabe indicar que los Porcentajes de Vacíos presentan gran variación (0.08% - 11.20%); indicativo de un inadecuado proceso constructivo.
  - De los testigos extraídos con diamantina para efectuar los Grados de compactación de la Carpeta (84 en total) se determinó su espesor, estableciéndose que 41.7% no cumple con el espesor correspondiente a la capa asfáltica (5 cm) y el 26.2% no supera el límite inferior permitido en el espesor de la carpeta asfáltica (4.7 cm).
  - Los espesores de Carpeta asfáltica que no cumplen con lo requerido se encuentran ubicados a lo largo del tramo, concentrándose en los siguientes sectores: Km. 25+000 – Km. 31+250, Km. 34+500 – Km. 42+500 (Grafico N° 06).
  - El Grado de Compactación (45.2%) establecidos en la Carpeta Asfáltica cumplen Especificaciones Técnicas al ser inferiores al 98% no cumplen con Especificaciones Técnicas y se encuentran ubicados a lo largo de todo el tramo, presentando una mayor concentración entre los Km. 25+000 – 31+500 y Km. 37+000 – 43+000 (Grafico N° 07).
  - Del análisis de los agregados recuperados (lavado asfáltico de los bloques de carpeta) se determinó que el porcentaje de caras de fractura cumple con Especificaciones Técnicas.
  - De los resultados de los ensayos físicos efectuados al Cemento Asfáltico Recuperado de los bloques de carpeta asfáltica muestreada, se establece que el asfalto en Obra ha sufrido variaciones normales a la fabricación de mezclas.
  - De los resultados obtenidos del Diseño Marshall efectuado con los agregados de la cantera ubicada en el Km. 39+500, sin la adición de Filler, se establece que la mezcla asfáltica empleada es muy rígida, encontrándose el valor de Estabilidad en el orden de 3400 Lb.

## **CONCLUSIONES**

### **1 Evaluación Superficial**

#### **Relevamiento de Fallas**

- No se observaron fallas de asentamientos, levantamientos, ondulaciones, baches
- El fisuramiento que se presenta consiste en fisuras tanto longitudinales como transversales, así como en bloque y piel de cocodrilo, las que están en proceso de evolución permanente.
- Las fisuras longitudinales y transversales, se deben mayormente a juntas de construcción inadecuadamente trabajadas.
- No existe bombeo de materiales finos de la base granular a través de las fisuras.
- Las fallas se inician en la superficie asfáltica y van progresando de arriba hacia abajo (mecanismo de falla que se produce generalmente cuando la capa asfáltica a perdido la temperatura apropiada durante el proceso de compactación), observando actualmente hasta un espesor máximo de 20 mm, espesor que irá en progreso hasta llegar a la base granular.
- La rapidez de evolución de fallas (en poco más de un año de servicio, ya presentan fallas de tipo 2, 4, 6, y 8, de magnitudes E, M y S), además de otras causas (defectos constructivos y fatiga térmica), es atribuible a una deficiencia estructural; ya que desde este punto de vista, las fallas se caracterizan por su evolución mas o menos rápida; y cuando evoluciona hacia un grado de magnitud mayor, generalmente da lugar a una falla de tipo múltiple o falla combinada, siendo muy difícil que lo haga manteniéndose dentro de su tipo.

#### **Medición de la Rugosidad.-**

- En la toma de medidas de rugosidad del pavimento no se considera el sector comprendido entre las progresivas Km. 37+000 – Km. 42+200, por encontrarse sellado y arenado, circunstancia que distorsionaría los cálculos.



- De los valores encontrados de IRI, se establece que el valor medio de ambos carriles y cada uno de ellos se encuentra en el orden de 3 m/Km., superando lo establecido para pavimento nuevos de superficie asfáltica (2.5 m/Km.).
- Con los valores medios de IRI se efectuó al calculo de Índice de Serviciabilidad Presente de la vía encontrándose que para el carril Derecho el Índice de Serviciabilidad Presente es de 2.93, para el Carril Izquierdo es de 2.92 y considerando ambos carriles el Índice de Serviciabilidad presente es de 2.92, en consecuencia de acuerdo a estos valores determinados se establece que la transitabilidad del pavimento se encuentra en la condición de REGULAR.

## 2 Evaluación Estructural:

- Del análisis estadístico de las Deflexiones Máximas, se determinó cuatro sectores homogéneos:

Sector I	:	Km. 25+000 – Km. 30+500
Sector II	:	Km. 30+500 – Km. 39+800
Sector III	:	Km. 39+800 – Km. 43+700
Sector IV	:	Km. 43+700 – Km. 45+900
- Siguiendo los criterios establecidos por el Consorcio MTC – CONREVIAl, se determinó la deflexión característica para la totalidad así como también para cada uno de los sectores determinados.
- La Deflexión Admisible se calculó empleando el Tráfico de Diseño presentado por el Supervisor en el Informe N° 02: Diseño de Pavimento (EAL =  $4.8 \cdot 10^6$ ) para un periodo de diseño igual a 10 años.
- Estableciéndose que la Deflexión Característica (actual y luego de dos años de tráfico) es mayor que la Deflexión Admisible (final del pavimento, luego del periodo de diseño: 10 años) lo cual evidencia una deficiencia estructural por inadecuada conformación de capas del pavimento.
- También se calcularon los Radios de Curvatura, siguiendo el criterio del Consorcio MTC – CONREVIAl, obteniéndose valores promedio y crítico menores de 200m, corroborando la existencia de una deficiencia estructural del pavimento por baja densificación de las capas subyacentes.
- Adicionalmente se efectuó el cálculo del refuerzo estructural necesario para que el pavimento actual alcance la deflexión (admisible) que debería tener

dentro de 10 años, luego que ha transcurrido todo el tráfico proyectado; obteniéndose un espesor de 4.7 cm.

- Dicho espesor de refuerzo igual 4.7 cm. es mayor que la segunda capa de carpeta asfáltica que falta colocar (4 cm.); demostrando la **deficiencia estructural**, por la inadecuada conformación de las capas del pavimento, establecida mediante al análisis de la Deflexiones y Radios de Curvatura.

### 3 Ensayos de Laboratorio:

#### Subrasante

- De los resultados de ensayos correspondiente a la caracterización físico – mecánicas, se puede establecer los porcentajes de suelos y/o roca que existen como terreno de fundación de la carretera; los cuales presentan los porcentajes siguientes a lo largo del terreno de fundación:
 

Gravas (GM, GP-GM, GW-GM, GM-GC)	14%
Arenas (SC, SM, SP-SM, SW-SM)	86%
- De los Análisis Petrográficos se determina que entre el Km. 25+250 – Km. 28+550 el material de subrasante esta compuesto predominantemente por fragmentos de rocas ígneas, de naturaleza subvolcánicas (brechas andesíticas y andesitas) entre 10 – 100% y los de naturaleza piroclásticas y/o subvolcánica (tobas arenosas y areniscas tobáceas) varían entre 5-30%. Entre los Km. 30+500 – Km. 45+250, los porcentajes de fragmentos de naturaleza subvolcánica decrecen entre 70-30% y los de naturaleza piroclástica y/o volcánica sedimentaria varían entre 30-70% excepto entre las progresivas 35+250 y 35+750 donde se tienen entre 80-85% de fragmentos subvolcánicos y entre 15-20% de fragmentos de naturaleza piroclástica y/o volcánica-sedimentaria.
- Los CBRs de acuerdo a la Norma de Ensayo ASTM D-1883, se encuentran valores al 95% de la Máxima Densidad Seca se encuentran en el rango de: 24% a 45% y 100% de la Máxima Densidad Seca dentro de los valores de 33% a 74%
- También se efectuaron CBRs a la Densidad y Humedad In Situ, mediante la Metodología del Cuerpo de Ingenieros, compactando los moldes a diferentes energías de compactación y humedad, los cuales fueron penetrados sin

embeber; de los resultados obtenidos se establece que el valor mínimo de los CBR de la Subrasante en condiciones de campo son superiores a 45%.

- El Grado de Compactación alcanzados por la subrasante cumplen requerimientos de obra al ser superiores al 95% (Gráfico N° 01)

#### **Base Granular:**

- El espesor de la Base Granular cumplen con el espesor establecido en el Diseño del Pavimento (25 cm.)
- La Gradación, Constantes Físicas, Equivalente de Arena, Porcentaje de Partículas Chatas y Alargadas, Porcentaje de Caras de Fractura, Contenido de Sales Solubles del material de Base Granular cumplen con Especificaciones Técnicas.
- Del análisis Petrográfico Macroscópico se establece que entre el Km. 25+000 – Km. 41+750 el material de Base esta compuesto por fragmentos de rocas ígneas, de naturaleza subvolcánica (brechas andesíticas y andesitas) entre 75-90% y de naturaleza piroclásticas y/o volcánica-sedimentaria (tobas arenosas y areniscas tobáceas) entre 10-25%, excepto entre las progresivas Km. 33+350, Km. 36+000 y Km. 42+00 donde se tiene entre 30-35% de fragmentos de naturaleza subvolcánica y entre 45-70% de naturaleza piroclásticas y/o volcánica-sedimentaria. Entre el Km. 43+000 – Km. 46+000, el material de base se compone entre 60-70% de fragmentos de naturaleza subvolcánica y entre 30-40% de naturaleza piroclástica y finalmente en el Km. 46+250 el porcentaje de fragmentos subvolcánicos decrecen a 40% mientras los de naturaleza piroclástica y/o volcánica – sedimentaria aumentan a 60%; lo cual podría ser consecuencia del empleo de diferentes canteras.
- Los valores obtenidos de Abrasión estos se encuentran muy cercanos a superar el límite establecido por Especificaciones Técnicas, encontrándose un valor (Km. 25+000), fuera de Especificaciones de un total de ocho ensayos correspondiente a las siguientes progresivas Km. 25+000, Km. 28+800, Km. 30+750, Km. 31+750, Km. 35+000, Km. 38+750, Km. 41+000 y Km. 44+300 (Grafico N° 2).
- El Grado de Compactación (54.1%) establecidos en la capa de Base Granular no cumplen Especificaciones Técnicas al ser inferiores al 100% y

se encuentran ubicados a lo largo de todo el tramo, presentando una mayor concentración entre los Km. 25+000 – Km. 32+000 y Km. 40+250 – Km. 43+000 (Gráfico N°3).

#### **Carpeta Asfáltica:**

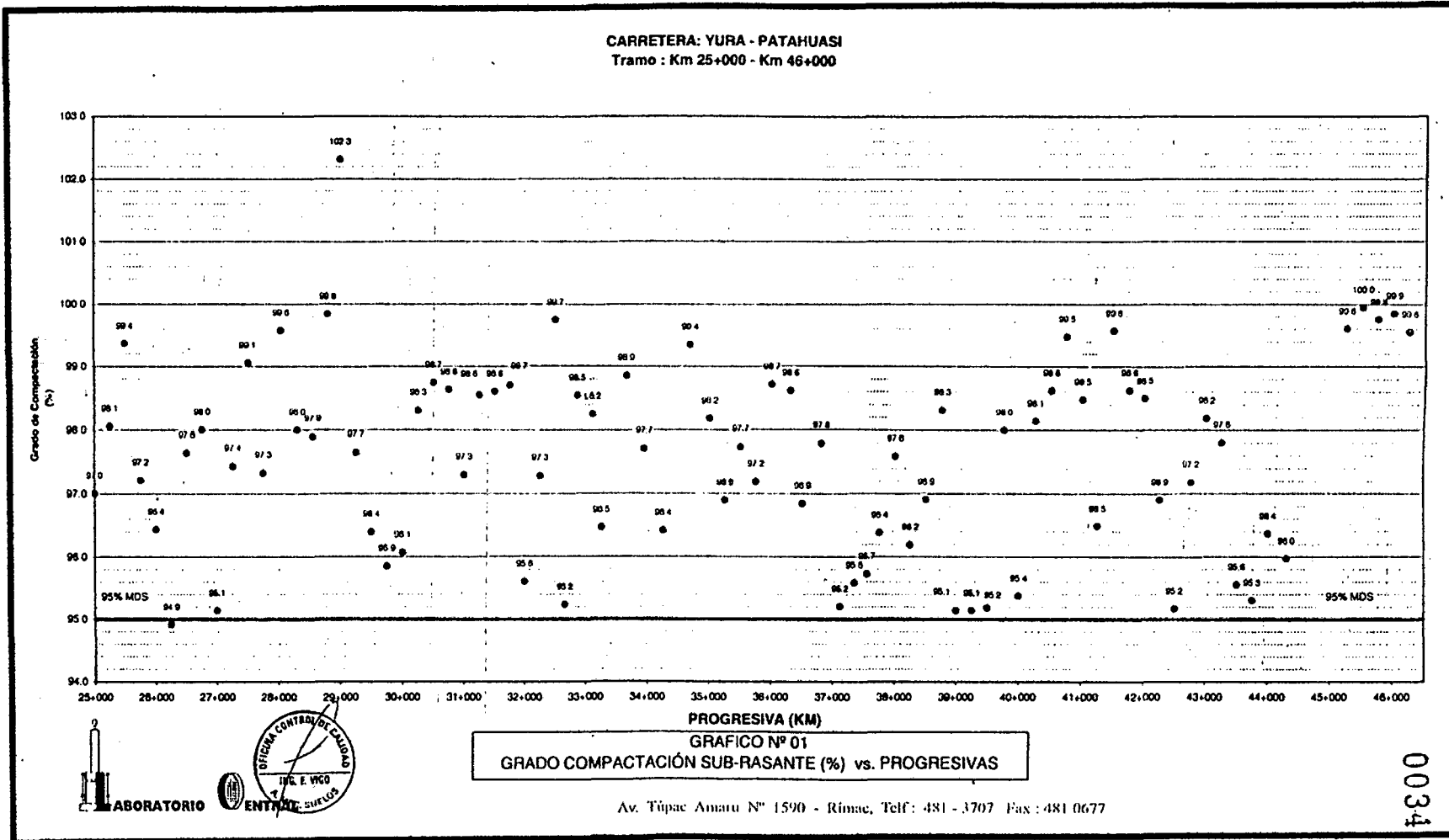
- Durante el recorrido efectuado durante el Relevamiento de Fallas se aprecio la Superficie de Rodadura áspera (porosa) en las siguientes progresivas: Km. 31+750, Km. 38+200, Km. 42+750; así como también durante la extracción de los testigos con diamantina se observó en algunos testigos, concentración del agregado grueso en la parte superior, fenómeno calificado como de Segregación consecuencia de un inadecuado proceso constructivo.
- Los resultados de Lavados Asfálticos establecen una elevada heterogeneidad en los Porcentajes de Cemento Asfáltico desde 5.4% hasta 7.9%; de los cuales el 65.8% no cumple con el Porcentaje requerido por el Diseño Marshall (Gráfico N°4); estableciéndose que en su gran mayoría estos se encuentran en defecto; el escaso porcentaje de asfalto en la mezcla ha ocasionado la rigidez de la mezcla asfáltica.
- La granulometría de los agregados obtenidos de los Lavados Asfálticos (de los bloques de carpeta asfáltica) el 50% no cumplen con la gradación exigida por Especificaciones Técnicas. De los cuales el 45.5% presenta exceso de finos (material que pasa la malla N° 200) dado que supera el máximo exigido por Especificaciones Técnicas (material que pasa la malla N° 200 entre 4 y 10%).
- El porcentaje de vacíos del concreto asfáltico en su gran mayoría (57.1%) no cumple con Especificaciones Técnicas por ser mayores a 4%, valor requerido para mezclas asfálticas en zona de altura; indicativo de una baja densificación de la capa colocada, con el agravante que dicho exceso de vacíos genera la oxidación prematura del asfalto.
- Estos valores de Porcentajes de Vacíos de la mezcla asfáltica que supera el valor permitido para este tipo de mezcla colocada en altura, se encuentran ubicados a lo largo de todo el tramo (Gráfico N°5)
- Los Porcentajes de Vacíos presentan gran variación (0.80% - 11.20%); indicativo de un inadecuado proceso constructivo.
- De los testigos extraídos con diamantina para efectuar los Grados de compactación de la Carpeta (84 en total) se determinó su espesor, estableciéndose que 41.7% no cumple con el espesor correspondiente a la

capa asfáltica (5 cm.) y el 26.2% no supera el límite inferior permitido en el espesor de la carpeta asfáltica (4.7 cm.); valores que contribuyen a la deficiencia Estructural.

- Los espesores de Carpeta Asfáltica que no cumplen con lo requerido se encuentran ubicados a lo largo de todo el tramo, concentrándose en los siguientes sectores: Km. 25+000 – Km. 31+250, Km. 34+500 – Km. 42+500 (Grafico N° 06).
- El Grado de Compactación (45.2%) establecidos en la Carpeta Asfáltica cumplen Especificaciones Técnicas al ser inferiores al 98% y se encuentran ubicados a lo largo de todo el tramo, presentando una mayor concentración entre los Km. 25+000 – Km. 31+500 y Km. 37+000 – Km. 43+000 (Gráfico N° 07).
- La presencia de altos porcentajes de vacíos (fuera de Especificaciones Técnicas) en la mezcla asfáltica, bajos porcentaje de contenido de asfalto, grados de compactación de la carpeta asfáltica menores a lo Especificado; producen una mezcla más susceptible al gradiente térmico.
- Del análisis de los agregados recuperados (lavado asfáltico de los bloques de carpeta) se determinó que el porcentaje de caras de fractura cumple con Especificaciones Técnicas.
- Los resultados de los ensayos físicos efectuados al Cemento Asfáltico Recuperado de los bloques de carpeta asfáltica muestreada, se establece que el asfalto en Obra no presenta signos evidentes de sobrecalentamiento.
- Una de las características de la mezcla asfáltica empleada según los antecedentes presentados por el Contratista es la adición de Filler (2% de Cal Hidratada); característica que rigidiza aun más la mezcla asfáltica empleada.
- Los resultados obtenidos del Diseño Marshall efectuado con los agregados de la cantera ubicada en el Km. 39+500 sin la adicción de Filler, demuestran que la mezcla asfáltica empleada es muy rígida, dado que el valor de Estabilidad se encuentra en el orden de 3400 Lb.
- Es necesario señalar que las bajas temperatura de la zona, es otro agente que suma rigidez a la carpeta asfáltica.
- En consecuencia dada las deficiencias en la producción y colocación de la mezcla asfáltica, en una capa delgada (< 5 cm.), han ocasionada una carpeta asfáltica frágil (propensa al fisuramiento prematuro).

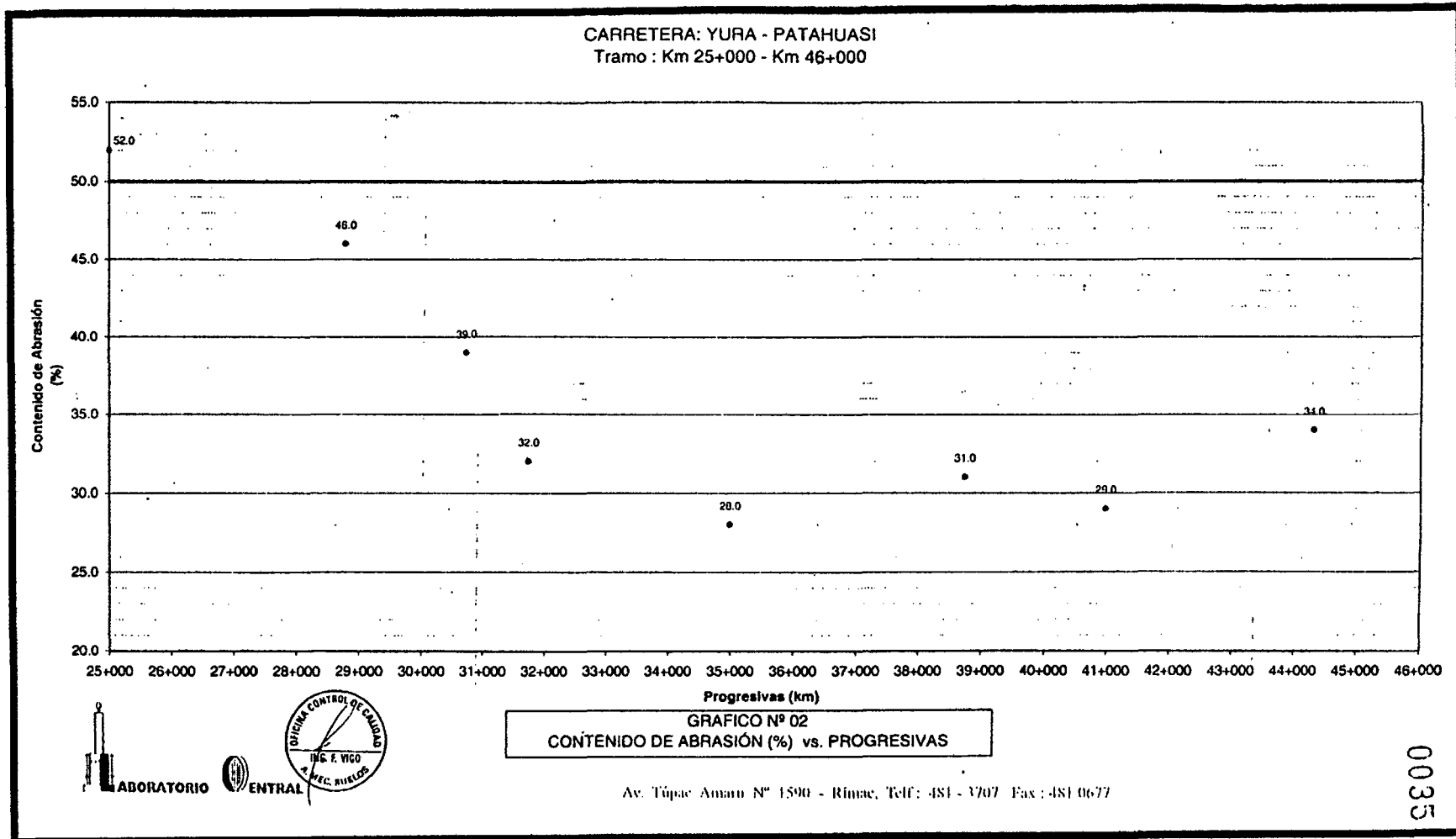
## CONCLUSIÓN GENERAL

- La conjunción de las múltiples deficiencias constructivas arriba señaladas encontradas tanto en la capa de Base Granular como en la Carpeta Asfáltica (baja densificación, bajo porcentaje de asfalto de mezcla, rigidez alta de mezcla, etc.), distribuidas genérica y erráticamente, sumado a las condiciones del clima de la zona, han determinado el fisuramiento prematuro de la carpeta asfáltica.
- Adicionalmente cabe señalar que para zonas de altura no es recomendable la colocación de capas asfálticas delgadas; dadas que el clima severo tiende a enfriar la mezcla asfáltica, impidiendo la correcta densificación de la carpeta-asfáltica.

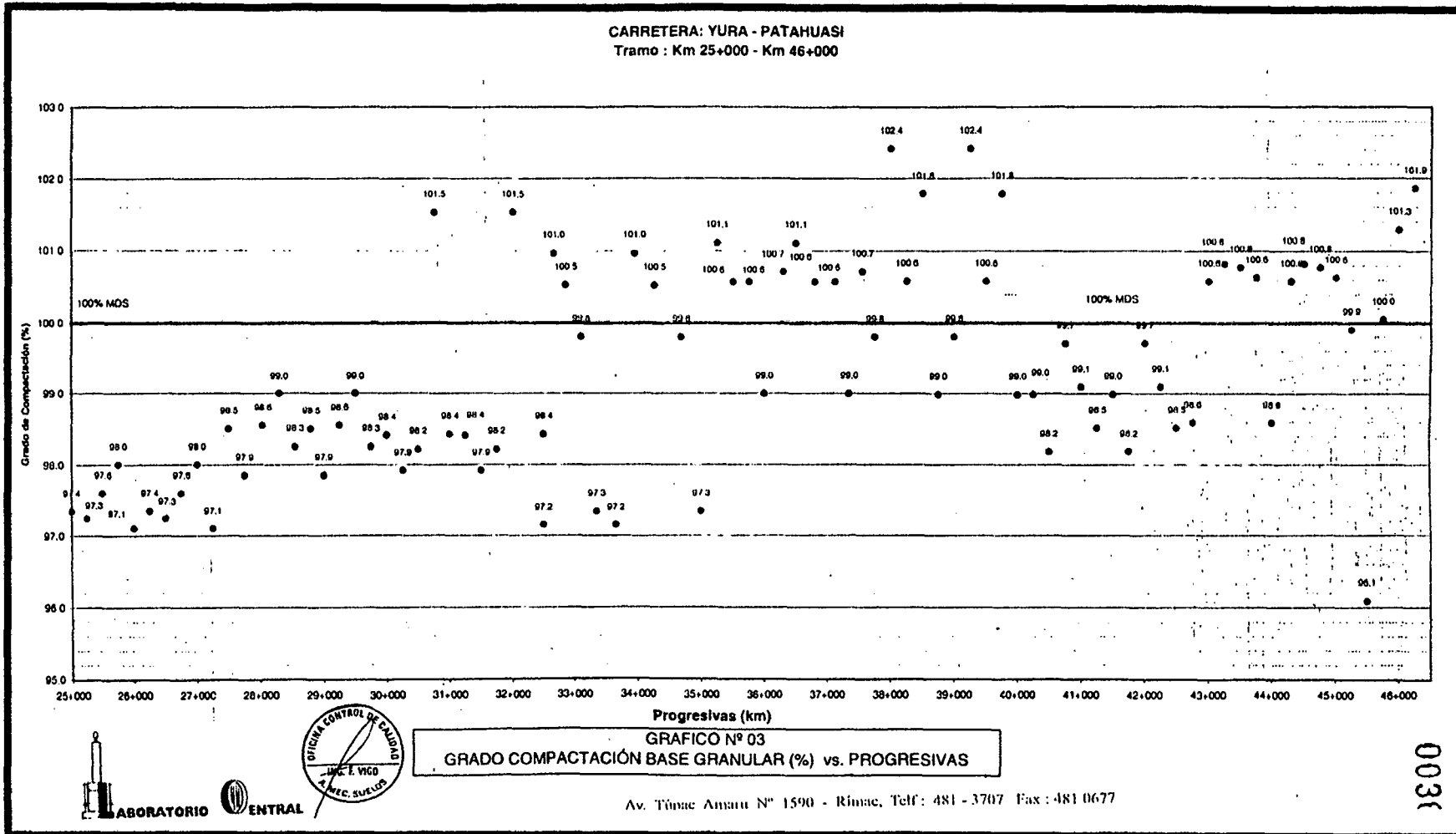


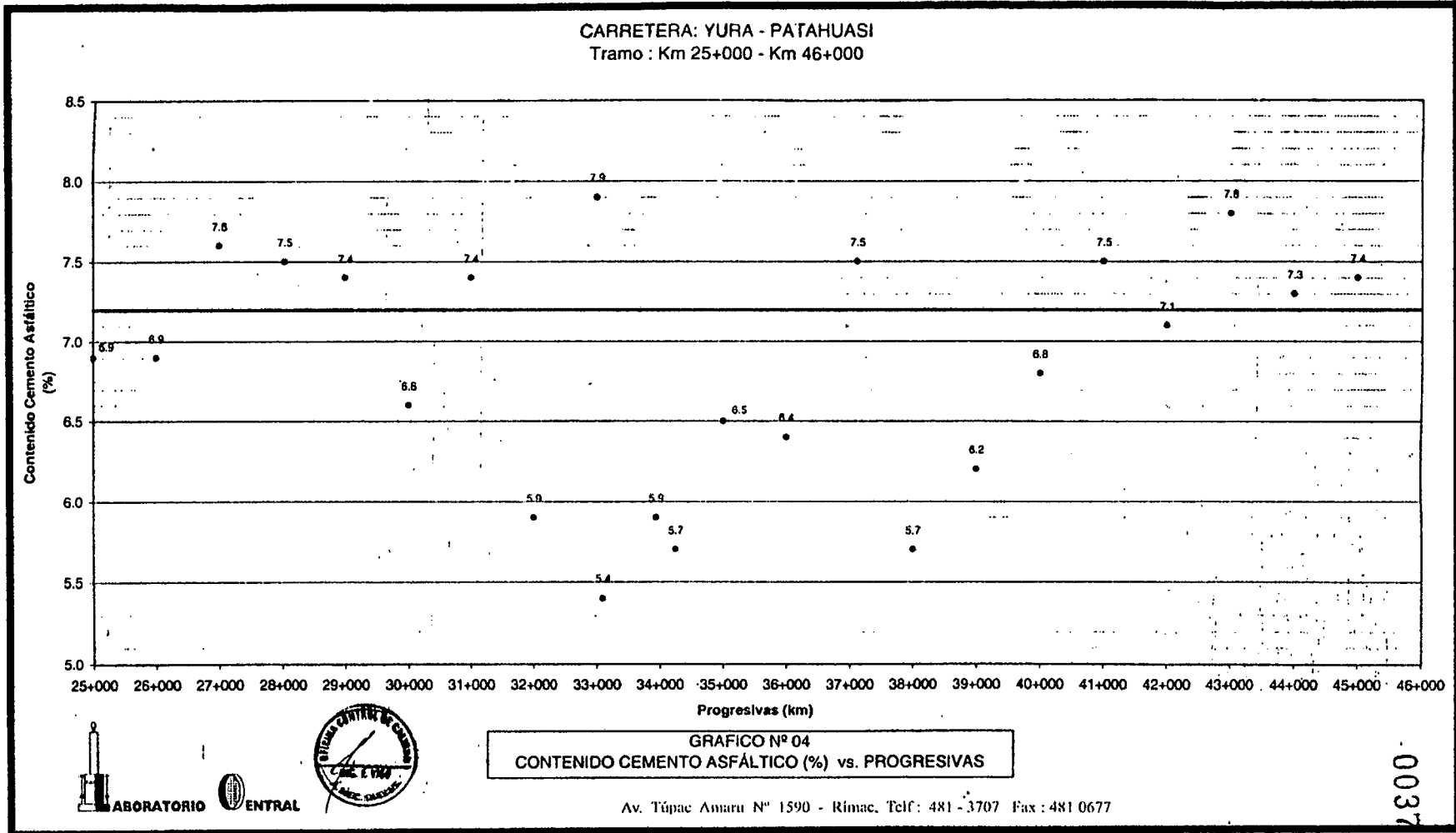
Tesis: ESTUDIO DE CONTROL PARA MITIGAR LOS COSTOS DE NO CALIDAD (CNC) EN EL PROYECTO  
CARRETERA Yura-Patahuasi-Santa Lucía / TRAMO I- Yura Patahuasi Km.00+000-Km.53+000

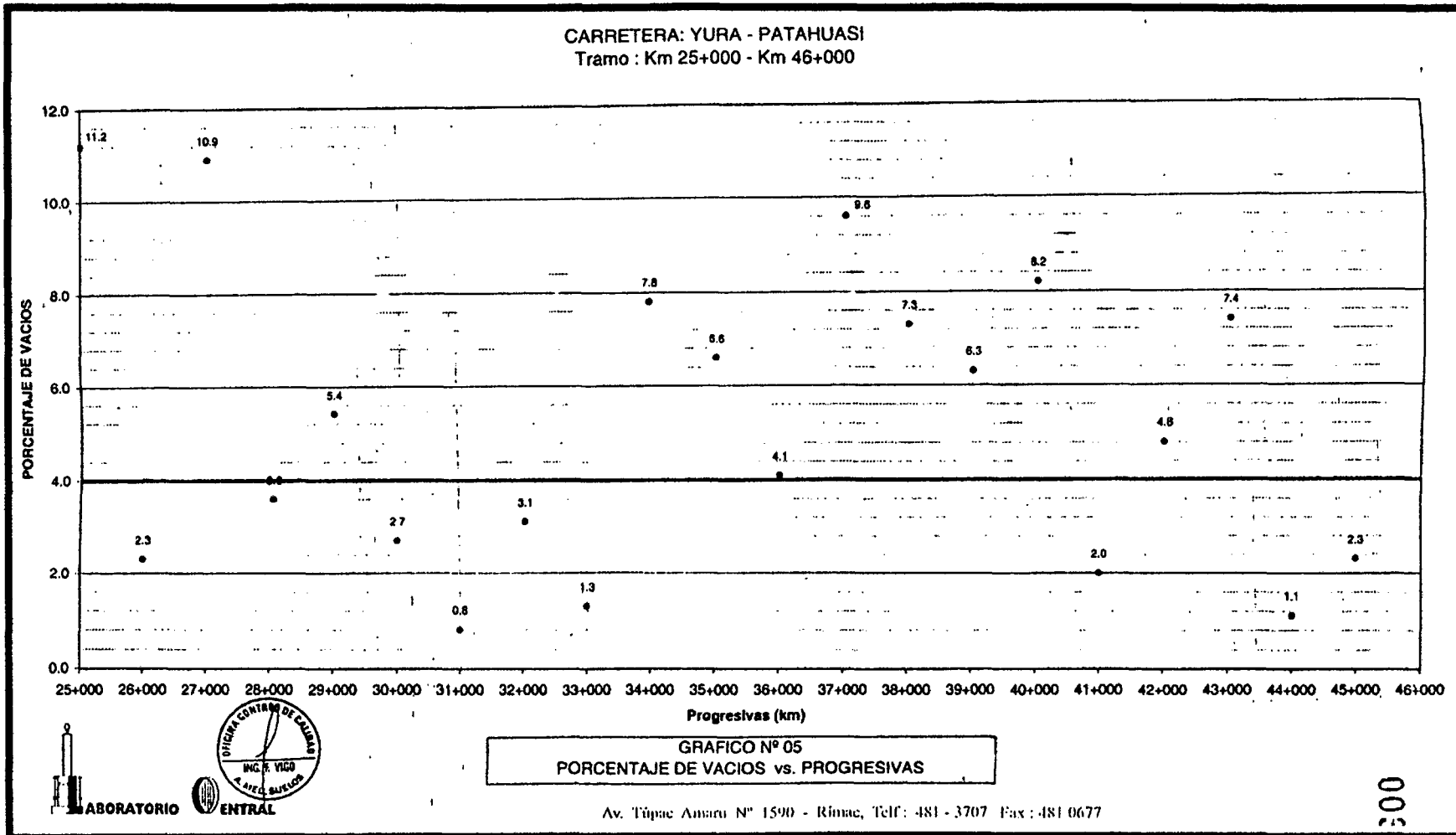
Autor: W. Martín Canales Ayala

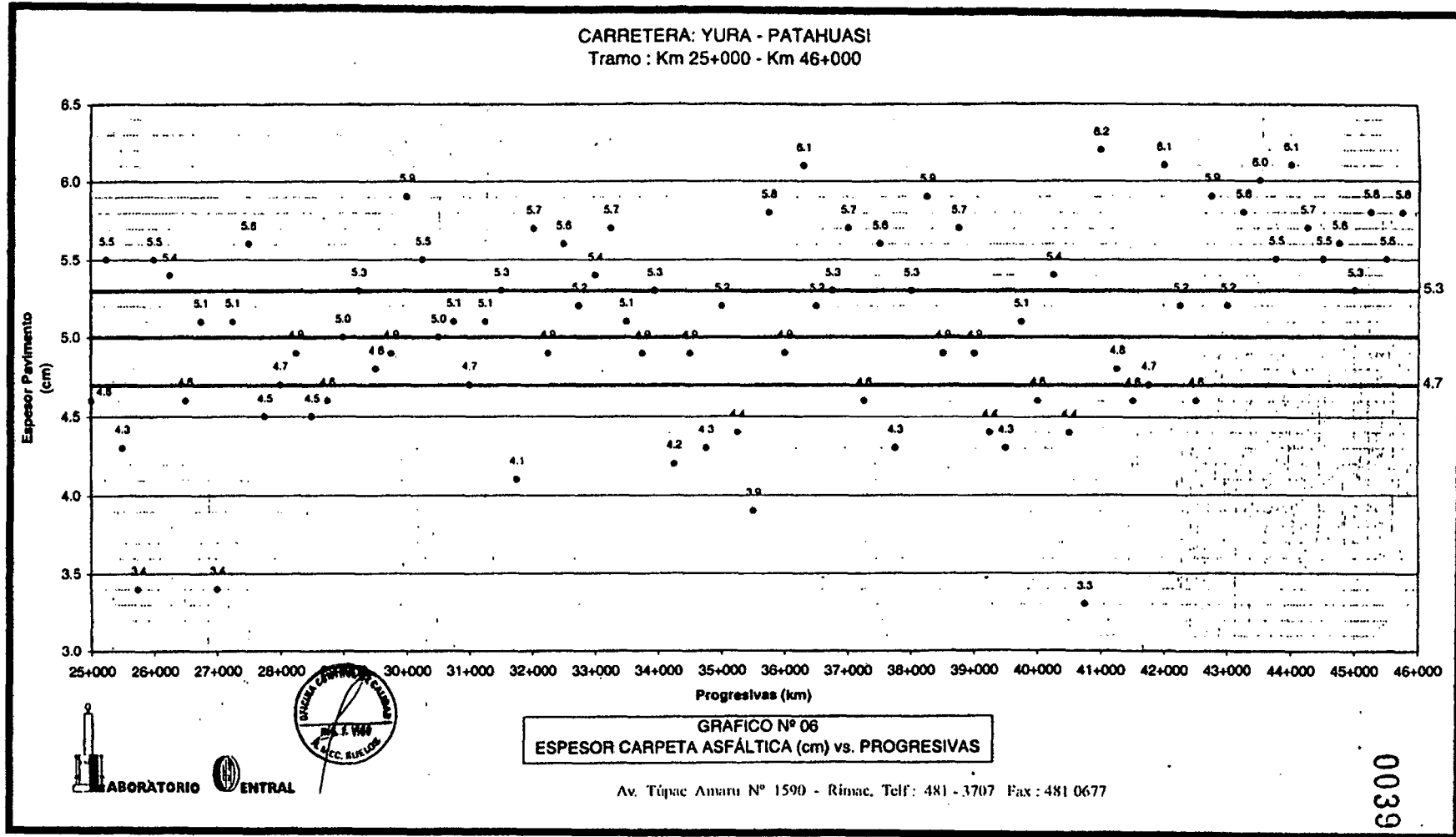














## CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS DEL DRENAJE

Como resultado de la evaluación efectuada del sistema de drenaje de la carretera Yura – Patahuasi (Km. 25+000 – Km. 46+000), se concluye lo siguiente:

- Las estructuras de drenaje transversal existente están conformadas por 45 alcantarillas (03 alcantarillas de marco de concreto y 42 alcantarillas de TMC), son de construcción reciente y se encuentran mayormente en buen estado; salvo algunas de ellas, que presentan deficiencias como socavación en los aliviadores, colmatación y fisuramiento de muros cabezales, este último con incidencia directa en la estabilidad de la vía ya que se da origen a lavados de finos por infiltración del flujo, por lo cual deben ser reparadas.
- En lo que respecta a las cunetas laterales existentes, las losas se encuentran en buen estado, salvo aquella que han colapsado por caída de roca y que actualmente son puntos de infiltración de flujo hacia el pavimento, los cuales deben ser reconstruidos.
- La capacidad hidráulica observada de las cunetas de coronación es suficiente, pero al estar el revestimiento inconcluso ocasiona erosión y/o socavación de taludes, por lo que se requiere su acabado definitivo.
- Durante los trabajos de prospección geotécnica (calicata hasta 1.50 m de profundidad) no se encontró niveles freáticos superficiales que comprometan la estructura del pavimento, más aún considerando que la evaluación se efectuó en el mes de marzo (temporada de lluvia); por lo que se puede afirmar que la incidencia de los flujos subterráneo en el deterioro del pavimento es irrelevante.
- Por lo expuesto se concluye que básicamente las fallas observadas en el pavimento son ajenos al sistema de drenaje vial existente.

---

***ANEXOS 5: PIGC, Hojas Registro de Procesos***

---