

**ORGANIZACIÓN DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL (O.A.C.I.)
OFICINA REGIONAL SUDAMERICANA
LIMA - PERU**

**SEMINARIO SOBRE MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS DE AEROPUERTOS
“SHORT COURSE” SOBRE LA INTERACCION
AERONAVE – PAVIMENTO**

**DIAS 22 AL 27 DE JULIO DE 2002.
SANTA CRUZ – BOLIVIA**

**Ponencia: PROBLEMAS EN PAQUETES ESTRUCTURALES EN PISTAS
CON PAVIMENTOS FLEXIBLES (EJEMPLO PRACTICO,
AEROPUERTO DE PUERTO SUAREZ)**

Por: Ing. Edgar Ovando Lizarazu
**JEFE DE DIVISION CONSTRUCCION Y SUPERVISION EN LA
ADMINISTRACION DE AEROPUERTOS Y SERVICIOS
AUXILIARES A LA NAVEGACION AEREA - AASANA**

INDICE

1.-	INTRODUCCION	3	
2.-	UBICACIÓN	3	
3.-	ANTECEDENTES	3	
4.-	CONSULTORIA (ELABORACION PROYECTO)		3
4.1	DATOS GENERALES.....	3	
4.2	ESTUDIO DE SUELOS	4	
5.-	CONSTRUCCION	4	
5.1.-	CARACTERISTICAS	4	
5.2.	ALCANCE DEL TRABAJO	4	
5.3.	INFORMACION DEL PROYECTO	5	
5.4.	CONTROL DEL PROYECTO.....	5	
6.-	PRIMER PROBLEMA.....	5	
7.-	CONSULTORIA (DETERMINACION FALLAS)		5
8.	SOLUCIONES.....	8	
9.-	SEGUNDO PROBLEMA	11	
10.-	SOLUCIONES.....	12	
11.-	SITUACION ACTUAL.....	13	
	CUADRO N° 1 IDENTIFICACION, UBICACIÓN Y DESCRIPCION DE FALLAS.....	14	

1. INTRODUCCION.

El tema de esta conferencia, pretende mostrar la mala elaboración y ejecución del proyecto de construcción del Aeropuerto de Puerto Suárez, ya que al año de haber entrado en operación, la pista sufrió serias deformaciones obligando a suspender operaciones aéreas para proceder a un trabajo de nivelación de rasante, posteriormente al cabo de seis años, la pista volvió a sufrir nuevas deformaciones que también se tuvo que suspender operaciones y proceder a un trabajo de reconstrucción en una longitud de pista de 420 mts (progresiva 0+900 a 1+320) por razones económicas.

A la fecha estamos pendientes de que no se produzcan nuevos problemas.

2. UBICACIÓN.

La ciudad de Puerto Suárez se encuentra ubicada al sud este de la República de Bolivia, Departamento de Santa Cruz, provincia Chiquitos, distante a 15 Km. de la frontera con el Brasil (ver mapas)

Latitud = 18°58'50" S
Longitud = 57°49'22" W

3. ANTECEDENTES.

La Honorable alcaldía Municipal de Puerto Suárez suscribió el 2 de junio de 1977 un convenio de préstamo con la empresa que se hizo cargo de la construcción "AFFONSECA" S.A. para la ejecución de obras de los siguientes proyectos:

- Carretera pavimentada del tramo Arroyo – Concepción – Aeropuerto (17 Km.)
- Aeropuerto Puerto Suárez
- Urbanización de Puerto Suárez

A continuación se detallan algunos datos importantes:

CREDITO CACEX – GEFIN-NUFEP	\$us 23.000.000,00
Homologación convenio con D.S. 14762	14 de julio de 1977
Firma de contrato de ejecución de obras	15 de junio de 1979
Monto máximo de contrato	\$us 14.700.000,00
Empresa Consultora a cargo proyecto (Contratada por la Constructora AFFONSECA S.A.)	PLANORCON – Proyectos Técnicos Ltda.

4. CONSULTORIA – ELABORACION DEL PROYECTO.

4.1. DATOS GENERALES

El proyecto fue elaborado en 1979 por la Empresa Plan Or Con, Proyectos Técnicos Ltda. contratada por la Constructora Affonseca S.A. con las siguientes características

Alternativas de ubicación emplazamiento	seis (6)
Aeronave crítica de Diseño	Boeing 727 –100

Peso máximo	161.000 lbs.
Número de operaciones anuales	1200
Longitud	2000 mts
Ancho de pista	36 mts
Tipo de pavimento	Flexible
Espesor concreto asfáltico	10 cms
Capa base de material granular	20 cms
Terraplén de material calcáreo	50 cms
Márgenes de pista a cada lado	3.5 mts
Plataforma parqueo aeronaves	150 mts x 90 mts
Tipo de pavimento	rígido
Números designados pista	04 – 22
Calle de rodaje	154.50 mts x 18.0 mts
Tipo de pavimento	flexible
Edificio terminal de pasajeros	
Camino de acceso al aeropuerto	
Plataforma parqueo movilidades	

4.2 ESTUDIO DE SUELOS.

La consultora PLANORCON en su informe correspondiente al Perfil Geotécnico da a conocer el suelo preponderante en la zona, que corresponde al E8 de acuerdo a la clasificación de la F.A.A.

5. CONSTRUCCION.

5.1. CARACTERISTICAS.

Números designadores de pista	04-22
Altura media sobre el nivel del mar	134 mts (440 pies)
Temperatura de referencia	33,7°C

5.2. ALCANCE DEL TRABAJO .

Construcción de pista (pavimento flexible)	L= 2000 mts ,ancho = 36 mts
Calle de rodaje (pavimento flexible)	L= 154,50 mts, ancho = 18.0 mts
Plataforma de estacionamiento aeronaves (pavimento rígido)	165 mts x 90 mts
Sistema de drenaje (canales abiertos recubiertos con ladrillo)	
Edificio Terminal de Pasajeros	
Camino de acceso	
Parqueo vehicular	
Cerco perimetral	
Sistema de abastecimiento de agua potable	
Sistema de aguas servidas	
Aeronave de diseño	Boeing 727-100 o similar
Pendientes longitudinales de pista	
Progresivas	%
0+000 a 0+500	-0.80
0+500 a 1+360	-1.25

1+360 a 2+000 -0.80

5.3 INFORMACIÓN DEL PROYECTO.

Costo del proyecto (contrato) \$us	14.700.000,00 (contrato)
Ejecutado \$us	11.374.550,00
Costo supervisión \$us	632.560,00
Costo total de la obra \$us	12.007.110,00

5.4 CONTROL DEL PROYECTO.

Empresa Constructora	AFFONSECA S.A.
Diseño	PLANORCON
Supervisión	AASANA
Firma contrato	15 de junio de 1979
Orden de Proceder	26 – octubre – 1979
Fecha conclusión (Recepción Provisional)	17 – abril – 1984

6. PRIMER PROBLEMA.

En agosto de 1985 se efectuó una reparación en borde izquierdo de la pista prog 1+340, (se notó la presencia excesiva de agua en todas las capas del pavimento). A partir de esa fecha comienzan a producirse gradualmente ondulaciones bastante notorias entre las progresivas 1+200 y 1+900

Se recomendó restringir la pista a un utilizable de 1200 mts y desplazar el umbral 22 en 800 mts, y que las deformaciones son visibles a simple vista.

7. CONSULTORIA (DETERMINACIÓN DE FALLAS).

A objeto de estudiar las anomalías que se presentaron en la pista del Aeropuerto de Puerto Suárez, en fecha 16 de mayo de 1987, AASANA y la consultora CONIN – CONSA firman un contrato para que en función al estudio, se determine las alternativas de solución.

Del estudio se resume:

7.1 IDENTIFICACIÓN, UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE FALLAS.

En el cuadro N° 1, se muestra la identificación, ubicación y descripción de fallas.

7.2. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS.

7.2.1 Pavimento flexible

Las cantidades de asfalto, su granulometría y su puesta en obra son correctas.

El tratamiento superficial de los márgenes, cumple las normas

especificadas.

7.2.2 Capa base

Su compactación no cumple con las especificaciones de la FAA 209.3.8 que recomienda una compactación del 100% (FAA T- 611).

De granulometría correcta y constante en su colocación en obra, cumple con las normas.

Se ha colocado en el espesor calculado, su humedad actual es mayor que la óptima de compactación.

7.2.3 Subrasante

Hasta la progresiva 0+850 (obra en corte) es adecuada tanto en CBR, granulometría, compactación, el índice de plasticidad se encuentra al borde del permisible (6).

A partir de esta progresiva su espesor de relleno es variable, su máxima altura es de 0.40 mts. (de acuerdo a diseño es 53 cms).

Consta de un material calcáreo amarillo, colocado de manera más o menos uniforme; la humedad es alta, mucho mayor que la óptima de compactación.

Es difícil reconstruir el suelo original, porque en los lugares con poco relleno menor a 40 cms, se nota que ha sido mezclado con motoniveladora, involucrando el suelo de fundación que es de mala calidad.

El CBR varía, pero su menor valor es el mínimo aceptable, en todo caso su plasticidad y su porcentaje de limo en los ensayos efectuados, no cumplen las especificaciones en algunos puntos.

7.2.4 Suelo de fundación

Hasta la progresiva 0+850, el suelo es un limo arcilloso calcáreo, que cumple muy escasamente los requerimientos de suelo de fundación.

A partir de esta progresiva y hasta el fin de pista (1+900), los suelos son arcillas limosas, lacustres, residuales, muy expansivos, con altas tasas de actividad, siendo inadecuados como suelos de fundación porque su capacidad portante en estado saturado es nula y sus deformaciones intolerables.

7.3 DIAGNOSTICO

Como consecuencia del análisis de los resultados obtenidos, tanto de la topografía como de los ensayos de suelos realizados y las otras variaciones visuales, se puede diagnosticar lo siguiente:

7.3.1 Las anomalías de la pista de aterrizaje se presentaron como deformaciones transversales, más amplias en las hombreras que en el centro.

7.3.2 Tales deformaciones no pudieron ser provocadas por la solicitación de la carga de las aeronaves, pues la zona más deformada está en los bordes de la pista, donde muy excepcionalmente se posan las ruedas de las aeronaves.

7.3.3 De los resultados obtenidos, se puede afirmar que:

- La carpeta asfáltica está bien construida pues tiene suficiente estabilidad y densidad. Su granulometría, proporciones de ligante, volumen de vacío y otros están dentro de las normas; por lo tanto no fue causa de las deformaciones.
- La capa base donde se detectaron fallas en su densidad y un contenido de humedad superior a la óptima, tampoco puede ser causa de las deformaciones, pues su defecto podría ser causa de asentamientos que no pasarían de 0.5 cm.
- La subrasante tiene un grado de compactación aceptable, posee también humedad superior a la óptima y su índice de plasticidad está aceptable, no pudiendo ser tampoco la causa de las deformaciones.
- El suelo de fundación en la zona donde la pista de aterrizaje se construyó sobre corte (0+000 a 0+850) es de buena calidad, pues tiene suficiente soporte, a pesar de ser muy plástica, parece que el contenido de material calcáreo que posee ha favorecido en su comportamiento.

El suelo de fundación en la zona donde la pista se construyó sobre el material natural (0+850 a 1+900), compuesto de arcillas muy plásticas del tipo montmorrilloníticas lacustres activas y lamentablemente expansivas, son la causa primordial de la falla del pavimento de la pista.

El incremento de humedad que se ha producido en todas las capas del pavimento, fue provocado por el lento ingreso del agua de lluvia a las capas subyacentes, inicialmente desde los bordes hacia el centro de la pista; no provocó alteraciones volumétricas ni en la capa base ni en la subrasante, pero sí las provocó en la arcilla del suelo de fundación, que activada por el aumento de humedad, generó enormes fuerzas de expansión que actuaron en la dirección de la menor resistencia, o sea hacia arriba, ocasionando las deformaciones en el pavimento.

Se descarta la influencia de napa freática como la causa de los cambios de humedad porque los sondeos no detectaron agua subterránea alguna hasta los 4.00 mts. de

profundidad.

De existir agua en el subsuelo, la arcilla hubiera sido activada rápidamente y las deformaciones hubieran aparecido en un tiempo muy corto, seguramente antes del primer año de uso de la pista.

8. SOLUCIONES PROPUESTAS.

A objeto de solucionar el problema de las ondulaciones en pista, la Consultora "CONIN—CONSA" planteó dos soluciones, a saber:

8.1 SOLUCIÓN DEFINITIVA

Como las deformaciones aparecidas en la pista de aterrizaje, son producto de la fuerza de expansión generada por las arcillas y con el objeto de evitar que se vuelvan a presentar, es necesario sacar las arcillas, para de esta manera no formar la capa de fundación del pavimento, en otras palabras reconstruir nuevamente el pavimento, de la pista en 920 mts. de longitud, desde la progresiva 0+980 hasta la 1+900.

El trabajo a realizarse, sería el siguiente:

Carpeta bituminosa: Cortar, escarificar y retirar los 3.312 m³ de carpeta acumulándola en un solo lugar.

Capa base: Excavar y retirar los 9.108 m³ de capa base y acopiarla en un solo lugar.

Sub—base: Excavar y retirar los 16.560 m³ de sub—base y también acopiarlos en un solo lugar.

Suelo de fundación: Excavar y retirar los 37.260 m³ de arcilla, para luego reponer con el material adecuado en un espesor de 1.13 mts.

El costo aproximado de esta alternativa es de \$us.1.400.000.- (UN MILLON CUATROCIENTOS MIL 00/100 DOLARES AMERICANOS) con un tiempo de ejecución de 210 días.

Ventajas.

Se puede contar en el futuro, con una pista de aterrizaje cuyo pavimento trabajará durante su vida útil sin mas problemas.

Desventajas

Costo sumamente alto.

- Pista inoperable por más de 7 meses.

- Requiere numeroso equipo, personal y experiencia.
- Por el monto, se requiere tiempo adicional para los trámites de licitación pública y adjudicación.

8.2 SOLUCIÓN PALIATIVA.

Una forma de paliar el problema de las deformaciones, sería el de controlar la actividad de las arcillas mediante el control de su humedad.

Esto podría ser realidad mediante la colocación de dos subdrenes tipo francés, uno a cada lado de la pista de aterrizaje, con el objeto de impedir la penetración lateral de las aguas a las capas inferiores del pavimento, evitando su aumento de humedad y además de extraer la mayor parte del agua de lluvia que podría filtrar a través de la carpeta bituminosa.

El trabajo consistiría en la excavación de una zanja de 0.5 mts. de ancho y una profundidad media de 1.60 mts. empezando en la progresiva 0+980 hasta el final de la pista a cada lado de la misma, en cuyo fondo se colocaría un tubo de 6" perforado, todo el perímetro de la zanja deberla estar cubierto de geotextil filtrante tipo "BIDIM", la zanja deberla rellenarse con grava limpia de 1". Deberán construirse cámaras de inspección cada 100 mts.

Este sistema debe ser completado con la reparación del pavimento de la pista. Como la mayoría de las deformaciones son positivas, la reparación consistirá en lo siguiente:

- a) Demarcación de las deformaciones que sobresalen de la rasante mediante figuras rectangulares con lados paralelos o perpendiculares al eje.
- b) Corte de la zona marcada hasta una profundidad de 25 cms. respecto a la rasante normal.
- c) Recompactación del fondo de la excavación.
- d) Reposición de la capa base en un espesor de 15 cms. al 100% de compactación. Se. puede usar la capa base extraída en la excavación, siempre que no hubiere sido alterada.
- e) imprimación de la capa base (MC—30).
- f) Reposición de la carpeta.
- g) Con el objeto de impermeabilizar la carpeta asfáltica; especialmente en las zonas reparadas y con el propósito de dar una coloración uniforme a la zona reparada, aplicar una capa de sello.

El costo y el tiempo de ejecución estimados de esta alternativa es de \$us. 140.000— (ciento cuarenta mil 00/100 dólares americanos) y 100 días.

Ventajas

- Costo de reparación bajo
- Tiempo de reparación corto
- No es necesario suspender las operaciones aéreas en la pista
- No es legalmente necesaria la licitación pública
- No se requiere equipo y personal muy especializado

Desventajas

No es definitiva, pues a pesar de controlar la expansión de las arcillas por control de su humedad, podrían presentarse aún algunas deformaciones provocadas por transmisión de humedad de los componentes del pavimento y de las arcillas más húmedas a otras arcillas aún no humedecidas, pero la magnitud de las deformaciones que podrían provocarse, definitivamente serán mucho menores a las que anteriormente se provocaron.

8.2.1 Recomendación

Considerando el costo, tiempo y facilidades de ejecución en el manejo y aplicabilidad de los materiales a utilizarse, el Consultor se permite recomendar, salvo mejor opinión de AASANA, la adopción de la “solución paliativa”.

8.2.2 Trabajos ejecutados en función a la recomendación del consultor.

Las obras fueron ejecutadas a partir del 23 de noviembre de 1987, por la Empresa Constructora AFFONSECA S.A. (Brasilera) a un costo de \$us. 162.686.50, de acuerdo al convenio firmado entre ejecutivos de AASANA, autoridades locales de la Provincia Germán Busch.

En el mencionado convenio se acuerda que el 50% del costo estará a cargo de la Empresa AFFONSECA S.A. y el 50% restante con un préstamo, que la H. Alcaldía Municipal de Puerto Suárez, otorga a AASANA.

El trabajo de rehabilitación de la pista, de acuerdo a la alternativa “solución paliativa” desarrollada por el Consultor, consiste en:

- Instalación de un sistema de subdrenes a ambos lados de la pista a partir de la progresiva 1+000 hacia el umbral 22, utilizando geotextil para recubrimiento de los tubos porosos (6”) y los filtros de grava, además cuenta con cámaras de inspección cada 100 mts, para mantenimiento posterior:
- Remoción de carpeta y excavación de capa base (hasta 50 cms) en un área de 2.500 m².
- Reposición capa base (2.500 m²)
- Imprimación (2.500 m²)
- Reposición carpeta (2.500 m²)

- Capa de sello
- Reposición tratamiento superficial doble
- Señalización
- Perfilado de franja

9. SEGUNDO PROBLEMA.

En abril de 1994, se procedió a un control topográfico en pista, donde se detectaron nuevamente deformaciones en pista, los trabajos anteriormente descritos fueron concluidos el primer trimestre de 1988, a abril de 1994 transcurrieron 6 años. En este periodo de tiempo se puede afirmar que la solución paliativa ejecutada funcionó dentro lo esperado.

De acuerdo al control topográfico efectuado por el departamento de Obras Civiles de la Unidad Administrativa Desconcentrada AASANA- Santa Cruz, se detecta seis sectores con deformaciones que se detallan a continuación.

SECTOR 1:

De progresiva 0+913.40 a 0+931.60 (Eje pista)

L = 18.20 m.

Ancho = 10.80 m.

A = 196.56 m².

Este tramo es muy crítico, ya que presenta una ondulación de 10 cm. ocasionando el salto de la aeronave al efectuar el despegue- aterrizaje.

SECTOR 2:

De progresiva 1+034 a 1+050 (Eje pista)

L = 16.00 m.

Ancho = 7.20 m.

A = 115.20 m².

SECTOR 3:

De progresiva 1+196 a 1+214.50 (Eje pista)

L = 18.50 m.

Ancho = 10.80 m.

A = 199.80 m².

SECTOR 4:

De progresiva 1+398.50 a 1+410 (Eje pista)

L = 11.50 m.

Ancho = 7.20 m.

A = 82.80 m²

AREA TOTAL EJE DE PISTA = 594.36 m².

SECTOR 5:

De progresiva 1+000 a 1+320 (Extremo derecho)

L = (320+70) m.

Ancho = 3.60 m.
A = 1404 m².

SECTOR 6:

De progresiva 1+000 a 1+320 (Extremo izquierdo)

L = (320 + 30) m.

Ancho = 3.60 m.

A = 1260 m²

10. SOLUCIONES.

En función a la recomendación del estudio de consultoría efectuado por CONIN – CONSA S.A. y tomando en cuenta la “solución definitiva” se ejecutaron los trabajos de Reconstrucción de la pista del aeropuerto “ Capitán Salvador Ogaya” entre progresivas 0+900 a 1+320 (longitud 420 mts por 36 mts de ancho) con los siguientes ítems significativos:

Remoción pavimento existente con los siguientes ítems significativos:

Excavación capa base (Se reutilizará este material)

Excavación de subrasante (se reutilizará)

Excavación carga y transporte suelo fundación (se desecha)

Reposición suelo fundación (otro material)

Reposición subrasante

Reposición capa base

Imprimación

Riego bituminoso de liga

Carpeta asfáltica

Señalización de pista

Debido a que durante la ejecución de la obra se encontró un ojo de agua (emanación de agua) en la progresiva 0+900 y a una profundidad de 3.10 mts, se construyó un dren francés transversal a la pista para luego construir dos sub drenes longitudinales para eliminar el agua.

INFORMACION DE PROYECTO

- **RECONSTRUCCION PISTA PROG. 0+900 A 1+320**

COSTO DEL PROYECTO:	\$us. 1.821.422.86
EMPRESA CONSTRUCTORA:	CONSORCIO SOCICO.TERRA
SUPERVISION:	COMSER S.A. CONSULTORES
COSTO:	\$us. 266.504.77
FISCALIZACION:	AASANA
ORDEN DE PROCEDER:	30-Julio-1996
ENTREGA DEFINITIVA:	20-Noviembre 1998

- **TRABAJOS DE REGULARIZACION EN PISTA PROG. 1+380 a 1+420**

CONTRATISTA:
COSTO:
SUPERVISION:
FISCALIZACION:
PLAZO DE EJECUCION:

Ing. Rolando Velásco Sélum
\$us. 88406.31
COMSER S.A. CONSULTORES
AASANA
45 DÍAS CALENDARIO

11. SITUACION ACTUAL.

El plano correspondiente muestra una variación uniforme de rasante en pista, hasta el momento no ha existido deformaciones bruscas.

Por lo que se puede afirmar que con la construcción de subdrenes profundos que no permiten la saturación de la capa de fundación, la solución es satisfactoria.

CUADRO N°1	IDENTIFICACION, UBICACION Y DESCRIPCION DE FALLAS
PROGRESIVAS	FALLAS
0+960	Fisura en pavimento y hombrera
1+025 LI Borde	Ondulación muy pequeña al borde
0+990 LI Borde	Ondulación 10 mts, hacia el eje y 10 mts. de largo al borde.
1 +018 LI Borde	Ondulación más pequeña al borde que la anterior, 8 mts. al eje y 6 mts. de largo, (se sacó cuerpo de prueba).
1 + 170 LI	Ondulación en medio de la mitad de la pista de 10 mts. de largo y 12 mts. de ancho y asentamiento
1+ 190 LD Borde	Ondulación con fisura al borde del pavimento, largo 5 mts., ancho 4 mts. agujero del enano. Se sacó pavimento y densidades.
1 + 225 LD Borde	Ondulación de 10 mts.de largo y 5 mts. de ancho, más 5 a 7cm, de alto, 3 ondulaciones seguidas
1 + 200 eje	Ondulaciones en el eje de 5 mts. de largo en plena línea blanca.
1 + 250 LD Borde	Ondulación 6 mts. de largo y 10 mts de ancho.
1 + 305 LD	Ondulación 10 mts. de largo casi al borde 8 mts. de ancho
1+320 LI y D	Ondulaciones a ambos lados LI más pronunciado 10 cm. o más de depuración y de 15mts.de largo y 12 mts. de ancho.
1 + 330 Eje	Ondulación en el Eje, 11 mts. de largo por 6 mts. de ancho.
1+ 340 a +350	10 mts. de ondulación del Eje, 10 mts. de diámetro.
1+390 a 1+400 LI	Serie de ondulaciones más pronunciadas a la derecha, como casi toda la mitad de la pista se presentan fisuras en la mayoría y también se nota que se hizo algún trabajo de parcheo en la progresiva 1+380, incluye hombreras.

1 + 380 LD Borde	Ondulación con fisuras ya selladas lgas K y ondulaciones pequeñas hacia la progresiva 1+406.
1 + 450 LD Borde	Ondulación de borde, incluye hombrera, largo 12 mts. y 5 a 6 mts. de ancho.
1 + 500 LI	Ondulación no muy pronunciada al borde del pavimento.
1 + 523 Eje	Ondulación en el eje bastante pronunciada, se expande más hacia el lado derecho, tiene un diámetro de 25 mts.
1+ 580 Eje	Ondulación en el eje tirando hacia el lado izquierdo, diámetro 12 mts Parece ser continuación de la anterior
1+600 LD	Ondulación al borde de la pista, largo 14 mts, con un ancho de 7 u 8 mts. hacia el eje y depresión en la hombrera.
1+625 LI	Ondulación en la hombrera, parte exterior levantada unos 4 ó 5 cms.
1+590 LI	Ondulación en pavimento y hombrera no muy pronunciada, largo 13 mts, ancho 5 mts.
1 + 650 Eje	Leve ondulación 2 a 3 cms,, diámetro 9 mts.
1+680 LI	Ondulación leve a la orilla, largo 15mts, ancho 1 a 3 cm. de alto.
1+790 Eje	Ondulación en el eje, diámetro 15mts.
1 +820 Eje	Leve ondulación en el eje, diámetro 8 mts.
1+880 Eje	Ondulación en el eje, 12 mts. de diámetro.
1 +900	Adelante bien. Total 35 ondulaciones o deformaciones

LISTA DE FOTOGRAFIAS

1. Sub rasante conformada luego del cambio del suelo de fundación
2. Sub rasante conformada luego del cambio del suelo de fundación
3. Corte, mostrando las distintas capas de pista
4. Sub dren construido durante el primer problema
5. Corte, mostrando las distintas capas del sub suelo, la arcilla negra que figura en la parte inferior izquierda es la expansiva
6. Capa base acopiada luego de retirar de la pista
7. Corte mostrando las distintas capas de suelo
8. Corte mostrando las distintas capas de suelo
9. Canal abierto
10. Salida del sub dren, construido durante el primer problema