



***EVALUACION DE LAS CONDICIONES  
SUPERFICIALES DE LA PISTA DE  
ATERRIZAJE DEL AEROPUERTO  
INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ  
(Lima – Perú)***

***Seminario OACI Santa Cruz, Bolivia  
Julio 2002***

## **CONTENIDO**

- I. Introducción**
- II. Antecedentes y Características de la Pista de Aterrizaje.**
- III. Trabajos de Rehabilitación de la Pista de Aterrizaje – 1998**
- IV. Condiciones actuales**



# ***I. INTRODUCCION***

# Cronología de la Concesión del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez



## ¿Quiénes conformaban el Consorcio FBC?



**50 millones de pasajeros en el 2000**  
**Número 1 en Europa en cargo handling.**  
**189 aerolíneas.**  
**54,000 puestos de trabajo.**  
**51 negocios aeroportuarios en el mundo.**

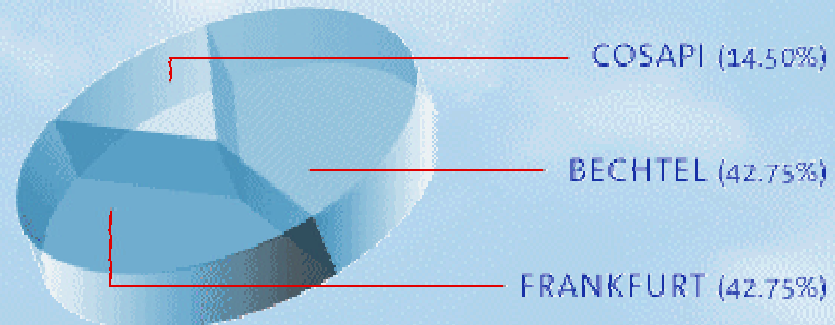


**19,000 proyectos en 140 países.**  
**Más de US\$ 15,000 millones de ingresos anuales.**  
**40,000 empleados.**  
**75 aeropuertos construidos**



**Una de las primeras empresas de ingeniería y construcción en el Perú**  
**Mas de 1000 proyectos en 12 países.**  
**Socio de Bechtel desde 1994.**  
**Experiencia en proyectos de infraestructura y concesiones.**

El consorcio **Frankfurt-Bechtel-Cosapi**, integrados por Flughafen Frankfurt Main AG, Bechtel Enterprises International Ltd. y Cosapi S.A., ganó la Licitación Pública Especial Internacional para la Concesión del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, el 15 de noviembre de 2000





## ¿Quién es LAP?

**LAP: Lima Airport Partners, es el concesionario del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, responsable de las operaciones y servicios aeroportuarios, excepto los servicios y funciones no entregados en concesión que el Estado Peruano administra a traves de la Corporación Peruana de Aviación Comercial - CORPAC S.A.**

## CUADRO DE RESPONSABILIDAD DE LOS SERVICIOS DE AERONAVEGACIÓN

<b>CORPAC S.A.</b>	<b>LIMA AIRPORT PARTNERS S.R.L. O&amp;M</b>
Servicio de Tránsito Aéreo: Control de Tránsito Aéreo (ATC), Información de vuelo y Alerta	Control de movimientos en Plataforma y prestación de servicios
Servicio de Información Aeronáutica (AIS)	Asignación de tomas para aterrizaje y despegue
Servicio de Meteorología Aeronáutica (MET)	Salvamento y extinción de incendios (SEI)
Servicio de Comunicaciones Aeronáuticas	Sistema de reducción de peligro aviario
Servicio de Inspección de Vuelo	Seguridad
Sistema de Ayudas Visuales: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Sistema de luces: Luces de pista, calles de rodaje y aproximación</li> <li>● Sistema de Luces PAPI</li> <li>● Ayudas visuales indicadoras de obstáculos</li> <li>● Indicadores de Dirección del Viento</li> <li>● Faro Aeronáutico</li> <li>● Letreros luminosos</li> </ul>	Sistemas de Ayudas Visuales: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Señalización Horizontal en Pistas</li> <li>● Iluminación y señalización de Plataforma</li> <li>● Sistema de Iluminación de Emergencia</li> </ul>
	<b>Mantenimiento de pavimentos en general</b>
	Equipo de medición de características de rozamiento de Pista
Sistema de Radio Ayudas	Sistema Principal de distribución eléctrica
Sistema de Vigilancia (ATC) – Radar-ILS-VOR	Servicio de agua y alcantarillado
Normas y Procedimientos de Vuelos	Explotación Comercial de Edificio Terminal

## **Políticas fundamentales de LAP**

- **Desarrollar todas nuestras actividades con transparencia y ética empresarial**
- **Ofrecer a nuestros trabajadores condiciones de trabajo adecuadas en un ambiente competitivo y con oportunidades de progreso**
- **Satisfacer las necesidades de todos nuestros clientes**
- **Garantizar la seguridad, eficiencia, y calidad de las operaciones y servicios aeroportuarios**
- **Colaborar estrechamente con las líneas aéreas, usuarios y los organismos oficiales**
- **Crear soluciones prácticas e innovadoras para los desafíos y desarrollos en la aviación civil**
- **Promover la conservación del medio ambiente y desarrollar medidas apropiadas para minimizar el impacto del tráfico aéreo en el mismo**



# Nuestra Visión

## HUB Regional

Ubicación estratégica de LIMA

- Argentina
- México
- Venezuela
- Colombia
- Ecuador
- Bolivia
- Chile
- Caribe
- Europa
- Asia y Pacifico Sur



## Compromisos de LAP

- Puentes de Embarque: 7 instaladas al año 4  
19 año 8  
49 año 30
- Inversión requerida (3.5 años): US\$100 MM
- Segunda pista en año 11
- Capacidad anual para el año 8: 7.2 millones de pasajeros
- Estándares de la OACI.
- Nivel IATA B en 8 años.

# Proyecciones

## Pronóstico de Pasajeros

(no. de pasajeros)

	2000	2005	2010
<b>Total anual</b>	4,596,216	6,487,163	8,841,046

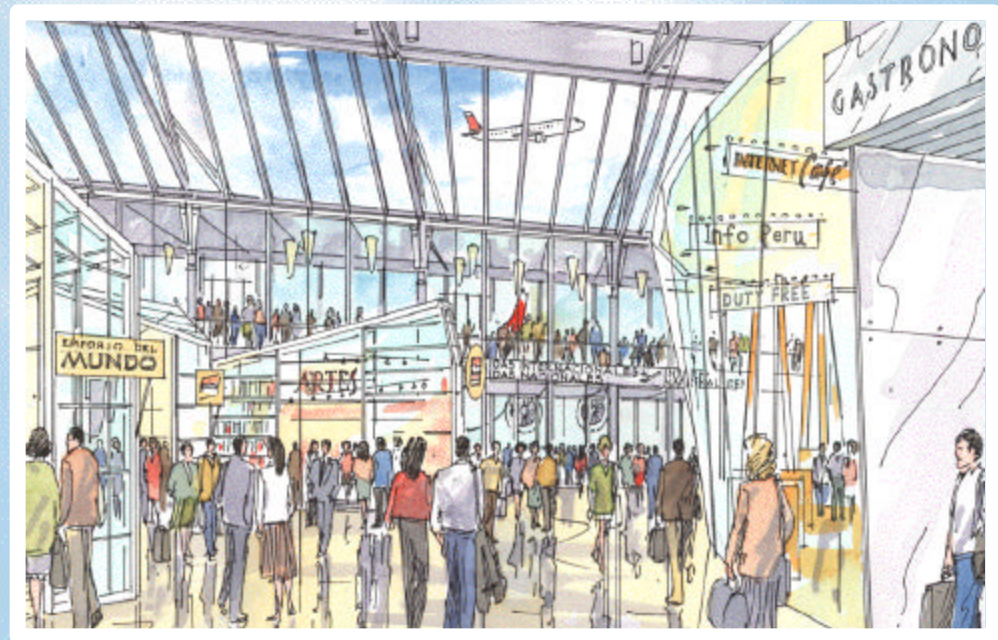
## Pronóstico de tráfico de Carga

(toneladas métricas)

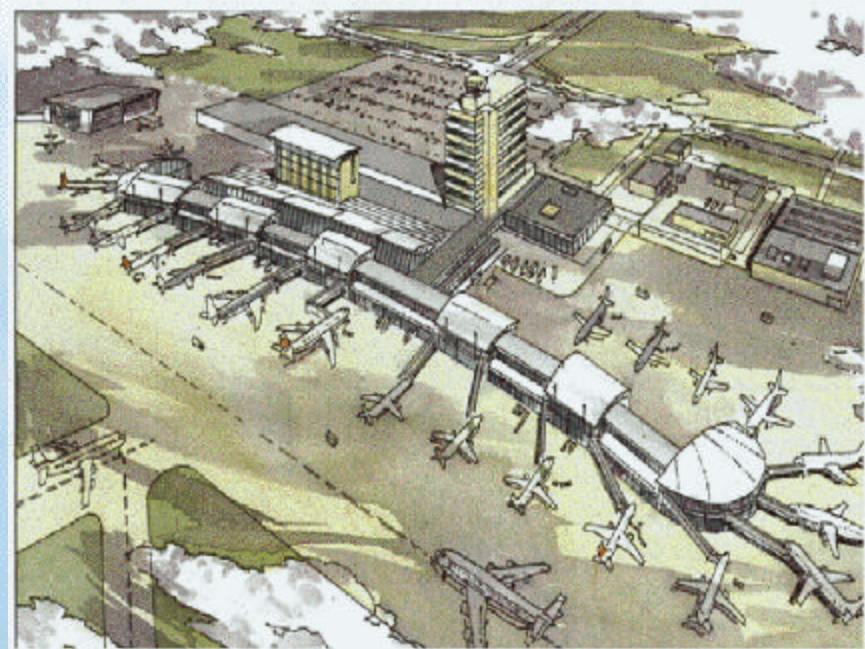
	2000	2005	2010
<b>Total anual</b>	103,411	155,655	219,854

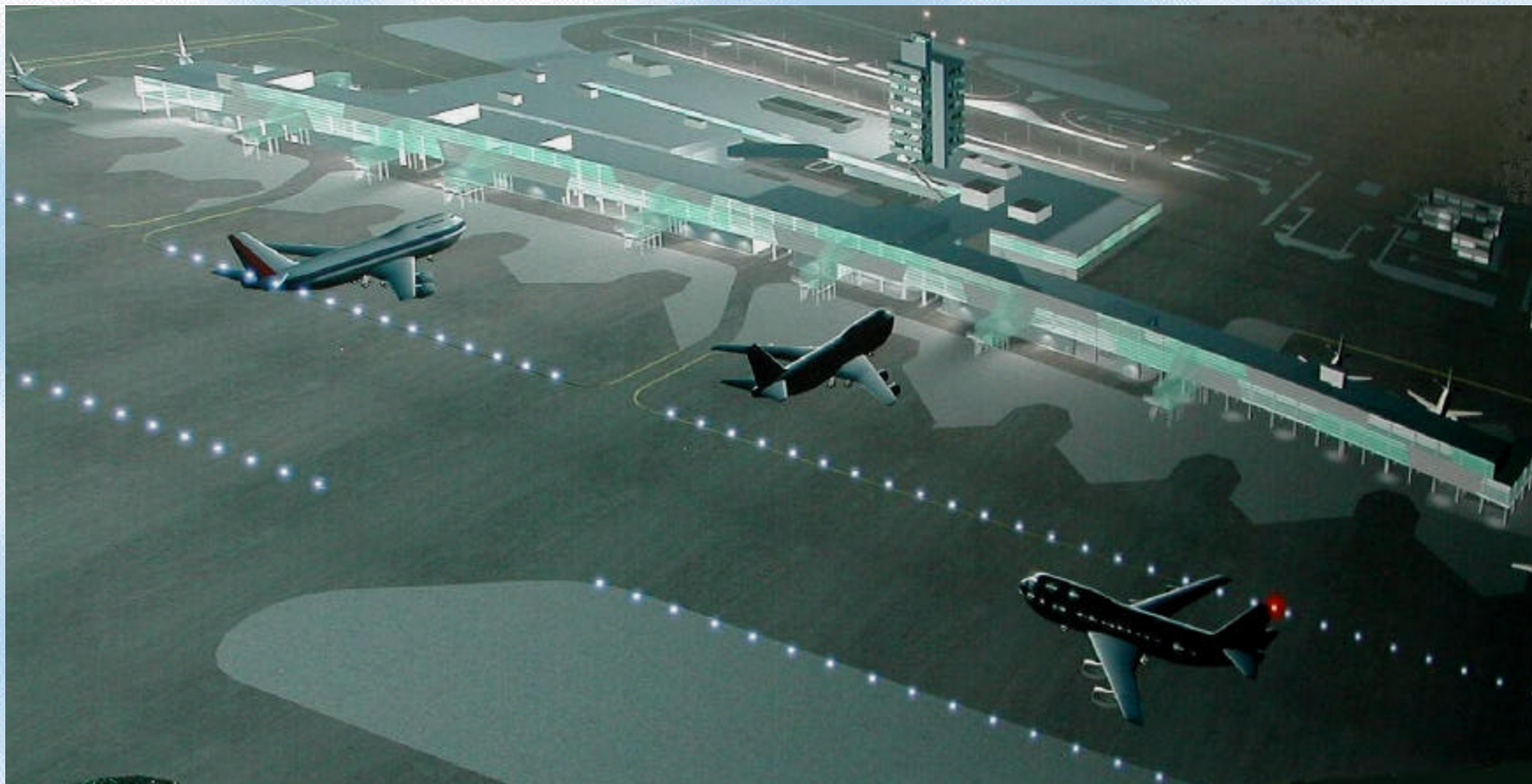
**Durante el período de  
concesión vamos a  
invertir US\$1,214 MM**

- **2001 - 2004 → US\$119 MM**
  - Modernización y ampliación del terminal y 2° piso
  - Mangas: 2 en 2003, 7 en 2004
  - Ampliación de la plataforma y pista de rodaje
  - Planta de combustible
  - Centro Comercial Perú Plaza
  - Hotel
  - Playa de Estacionamiento



- **2005 - 2008 → US\$90 MM**
  - Nueva ampliación del terminal
  - 19 mangas
  - Ampliación de plataforma
  - Construcción del centro de carga
  - Sistema contra incendios





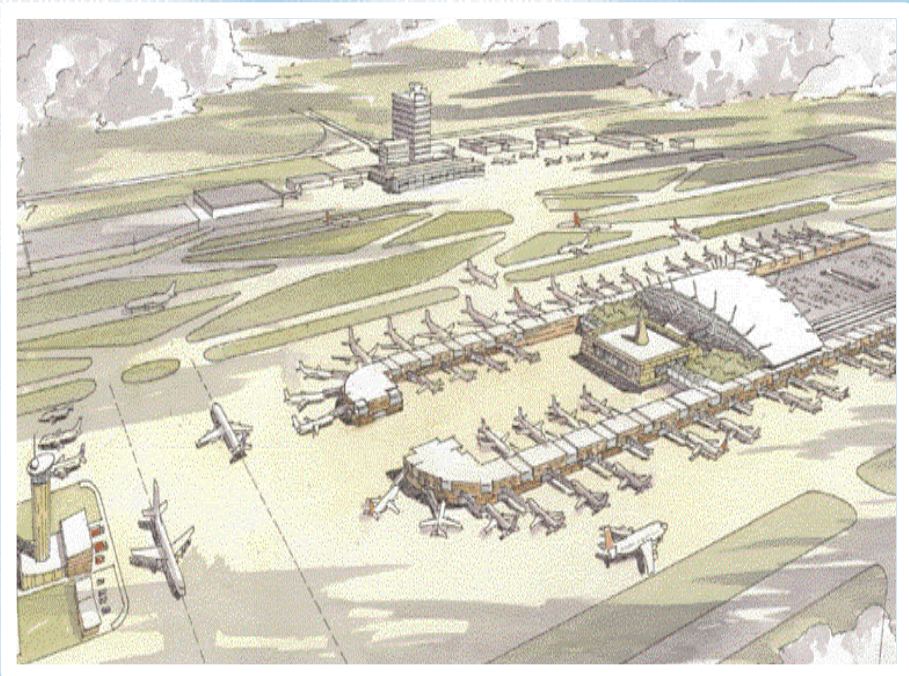
***Lima Airport Partners***

***Año 8***

## PLAN DE INVERSIONES

# Inversiones

- **2009 - 2030 → US\$1005 MM**
  - Segunda pista de aterrizaje y despegue
  - Nuevo terminal
  - 49 mangas
  - Nueva torre de control



## ***II. ANTECEDENTES Y CARACTERISTICAS DE LA PISTA DE ATERRIZAJE***

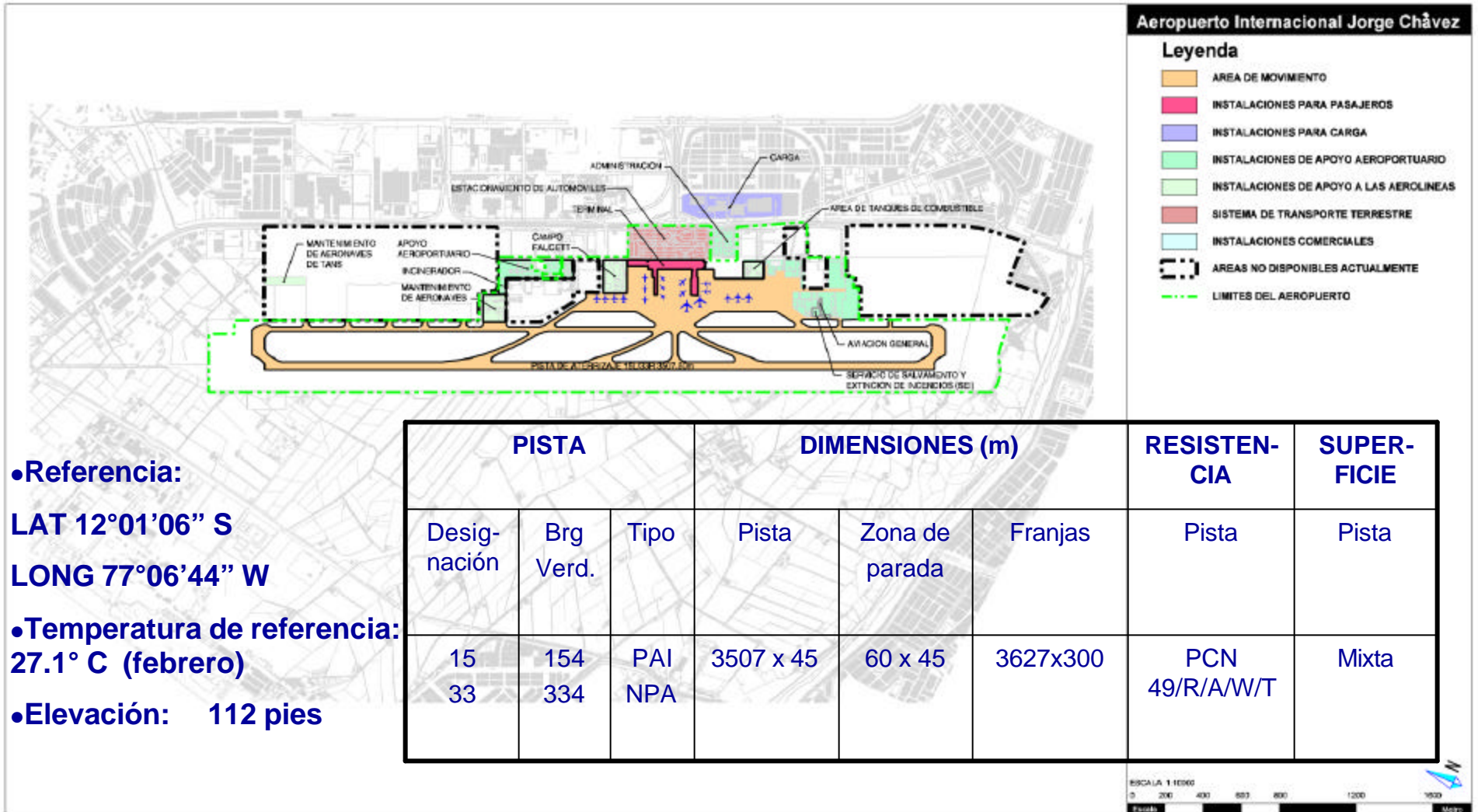
## Antecedentes de la Pista de Aterrizaje

- Construída en 1960, diseñada para las grandes aeronaves de esa época como DC8 y B707.
- El pavimento está compuesto por losas de concreto Portland de 7.50 m x 7.50 m y 280 mm de espesor, con juntas longitudinales tipo llave y juntas transversales (sin dowels). Cada 380 m fue diseñada una junta de expansión. Las losas de concreto fueron colocadas sobre una capa de sub-base de 300 mm de espesor.
- La estructura del pavimento está soportada por una sub rasante con CBR de 15%. El suelo puede ser clasificado como SM en el sistema SUCS.
- Puesta en operación a partir de 1962.

## Antecedentes de la Pista de Aterrizaje

- En 1983, el pavimento del tercio central fue rehabilitado con un recubrimiento asfáltico de 0.06 m de espesor promedio, sobre aproximadamente 960 m de longitud, desde la progresiva 1,350 (empezando desde el umbral 15).
- En 1993 la compañía LAGESA llevó a cabo un estudio de campo completo, que consistió en la inspección visual de pavimentos, determinación del PCI, levantamiento topográfico y ensayo de materiales.
- En 1998, se llevó a cabo la rehabilitación integral de la Pista de aterrizaje y Calles de Rodaje, a cargo de la compañía constructora Pedeca C.A.-SVC Ingeniería y Construcción y bajo la supervisión de la asociación NACO-LAGESA.

# Características de la Pista de Aterrizaje



•Referencia:

LAT 12°01'06" S

LONG 77°06'44" W

•Temperatura de referencia:  
27.1° C (febrero)

•Elevación: 112 pies

PISTA			DIMENSIONES (m)			RESISTENCIA	SUPERFICIE
Designación	Brg Verd.	Tipo	Pista	Zona de parada	Franjas	Pista	Pista
15	154	PAI	3507 x 45	60 x 45	3627x300	PCN	Mixta
33	334	NPA				49/R/A/W/T	



### ***III. TRABAJOS DE REHABILITACION DE LA PISTA DE ATERRIZAJE - 1998***

## Trabajos de Rehabilitación de la Pista de Aterrizaje – 1998.

- Sobre la base del Estudio llevado a cabo por la asociación NACO-LAGESA, se iniciaron los trabajos de rehabilitación. Se emitió un NOTAM indicando el cierre total de la Pista 15-33 desde el 05 de setiembre al 30 de noviembre del año 1998 y durante 7 horas, desde las 12:00 hasta las 19:00 hora local.
- Durante ese periodo los trabajos de construcción fueron llevados a cabo en el pavimento de la Pistas y sus bermas. También se implementaron las diversas instalaciones civiles necesarias para la instalación del sistema de iluminación de la Pista en Categoría II.

## Trabajos de Rehabilitación de la Pista de Aterrizaje – 1998.

- En el total de las pistas se realizó la reparación de grietas longitudinales, transversales, diagonales y de esquina, así como resane de desprendimientos y reemplazo del sellado antiguo de juntas.
- Fresado de la superficie de concreto de la Pista de Aterrizaje con el fin de permitir la colocación del recubrimiento asfáltico en espesor suficiente; relleno y nivelado de las áreas bajas con capas de asfalto.
- Se instalaron ductos de PVC en pavimento de concreto para el nuevo sistema de ayudas luminosas ALF Categoría II.

## Trabajos de Rehabilitación de la Pista de Aterrizaje – 1998.

- Colocación de malla de refuerzo en la Pista de Aterrizaje: para retardar la reflexión de fisuras producida por las cargas de las aeronaves, como refuerzo se utilizó malla de fibra de vidrio (malla con polímeros). Se colocó en la sección central de la pista desde el extremo de la cabecera 15 hasta la progresiva 2+600, en un ancho de 19.20 m.
- Recubrimiento de concreto asfáltico, espesor típico de diseño de 60 mm sobre el pavimento de concreto existente en toda la longitud de la pista 15-33.

## Trabajos de Rehabilitación de la Pista de Aterrizaje – 1998.

- Construcción de antebermas en un ancho de 5 m a lo largo de los lados este y oeste, así como de los nuevos “blast pad” en los extremos de pista 15-33, en ambos casos con pavimento de subbase, imprimación y concreto asfáltico.
- Señalización horizontal: marcas blancas con pintura termoplástica, incorporando microesferas de vidrio para mejorar sus características de fricción y reflectividad.
- Instalación de bases metálicas cortas en el pavimento para artefactos de luces, en eje de pista zonas de toma de contacto, borde de pista y aproximaciones 15 y 33. Asimismo, bases para luces PAPI y pozos de puesta a tierra.

## ***IV. CONDICIONES ACTUALES***



**Acumulación de caucho**

## Reflexión de juntas



## Prueba de sellado con emulsión asfáltica



## Reflexión de juntas





**Reflexión de juntas**



**Reflexión de juntas sobre caucho**

## Agrietamiento de señalización horizontal



## Inspección en zonas de seguridad cabecera 33





***MEDICION DEL COEFICIENTE DE  
ROZAMIENTO Y MANTENIMIENTO PREVISTO  
PARA LA PISTA DE ATERRIZAJE DEL  
AEROPUERTO JORGE CHAVEZ  
(Lima – Perú)***

***Seminario OACI, Santa Cruz, Bolivia  
Julio 2002***

## **CONTENIDO**

- I. Medición de coeficiente de rozamiento**
- II. Mantenimiento previsto para la Pista de Aterrizaje**
- III. Mantenimiento correctivo - perspectiva**

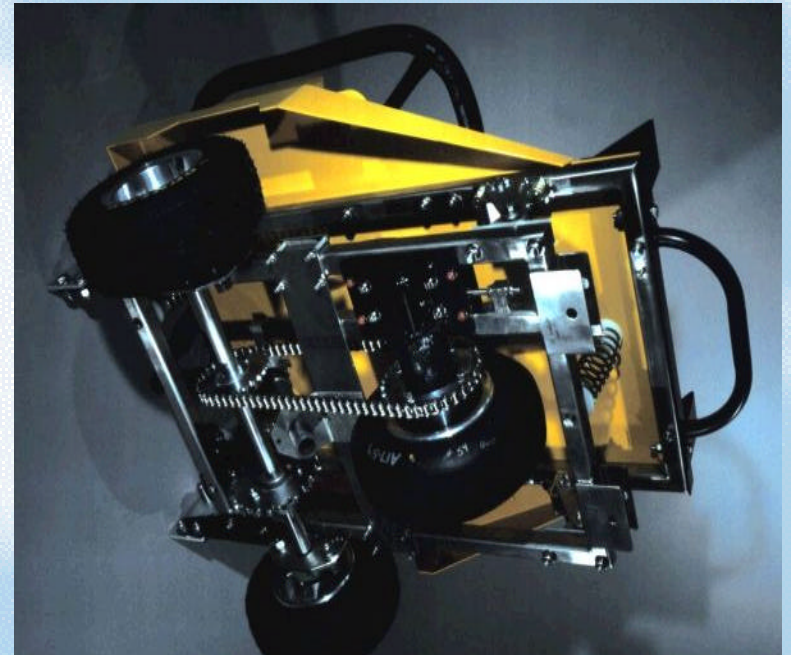
# ***I. MEDICION DE COEFICIENTE DE ROZAMIENTO***

## Equipo de medición de fricción **GRIP TESTER**



## GRIP TESTER – Características Técnicas

- Equipo remolque de 3 ruedas que mide la fricción con el método de la llanta frenada.
- Dimensiones: Largo 1010 mm.  
Ancho 790 mm.  
Alto 510 mm.  
Peso 85 kg.
- Llanta de medición: 01 neumático de banda de rodadura lisa de 10 pulg. de diámetro hecha bajo especificaciones ASTM.
- Llantas de guía: 02 neumáticos de 10 pulg. de diámetro.
- 01 cadena de transmisión.



## GRIP TESTER – Características Técnicas

- El equipo contiene un sensor de proximidad inductivo M8
- El equipo contiene una unidad procesadora de señal SPU
- Tanque flexible de 500 lt, bomba de propulsión de agua, kit de válvulas y controles manuales.
- PC portátil con cables de conexión al Grip Tester y al sistema eléctrico del vehículo remolque.
- Kit de herramientas para calibración y mantenimiento



Tabla A-1

(1)	Neumático en ensayo		Velocidad en ensayo (km/h)	Profundidad del agua en ensayo (mm)	Objetivo de diseño para nuevas superficies de pista	Nivel previsto de mantenimiento	Nivel mínimo de rozamiento
	Tipo	Presión (kPa)					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
Remolque medidor del valor Mu	A	70	65	1,0	0,72	0,52	0,42
	A	70	95	1,0	0,66	0,38	0,26
Deslizómetro	B	210	65	1,0	0,82	0,60	0,50
	B	210	95	1,0	0,74	0,47	0,34
Vehículo medidor del rozamiento en la superficie	B	210	65	1,0	0,82	0,60	0,50
	B	210	95	1,0	0,74	0,47	0,34
Vehículo medidor del rozamiento en la pista	B	210	65	1,0	0,82	0,60	0,50
	B	210	95	1,0	0,74	0,54	0,41
Vehículo medidor del rozamiento TATRA	B	210	65	1,0	0,76	0,57	0,48
	B	210	95	1,0	0,67	0,52	0,42
Remolque medidor de asimiento GRIPTESTER	C	140	65	1,0	0,74	0,53	0,43
	C	140	95	1,0	0,64	0,36	0,24

## Procedimiento para la Medición del Coeficiente de Rozamiento

- Se prepara el vehículo de remolque del Grip Tester, acondicionando el tanque de agua flexible sobre la tolva e instalando la estructura de remolque posterior.
- Se procede al llenado del tanque y a la purga de la bomba de propulsión.
- Se calibra el Grip Tester horizontal y verticalmente, se verifica la carga de la batería y se conecta al vehículo remolque incluyendo el cable de transmisión de señal a la PC.
- En la PC se programan los datos de la medición a llevar a cabo, incluyendo la distancia al eje central de la Pista y se verifica la operatividad del envío de señales.

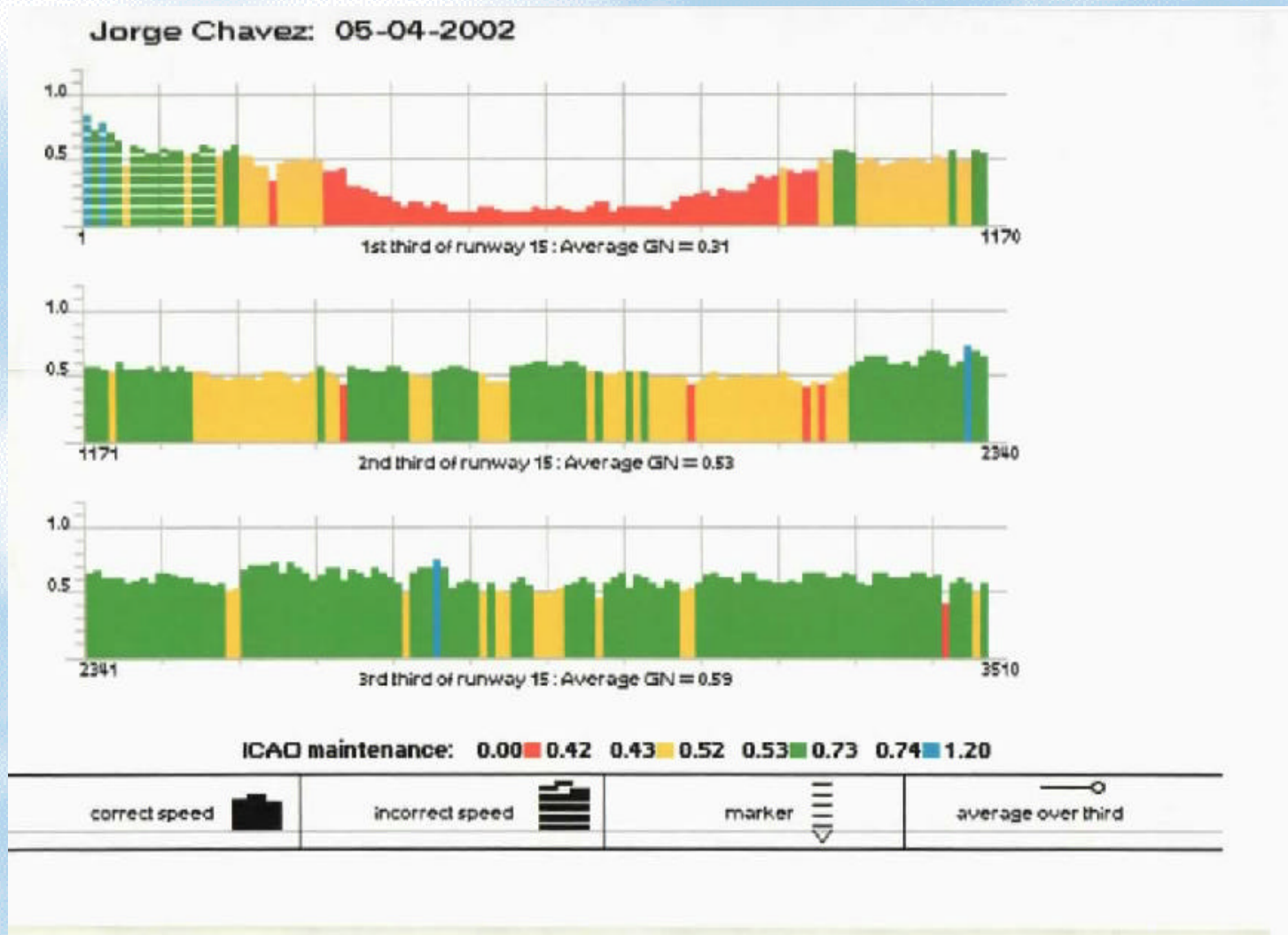
## Procedimiento para la Medición del Coeficiente de Rozamiento

- Luego de coordinar con Torre de Control y SEI se inicia la medición longitudinalmente desde el extremo del umbral de una cabecera hasta la otra, en ambos sentidos, verificando en la PC la velocidad, el funcionamiento de la bomba de agua y el envío de señal de la rugosidad del pavimento.
- Se repite la operación para cada distancia a medir.
- Se cuidará que para cada medición se tenga suficiente cantidad de agua en el tanque para acabar una vuelta completa.

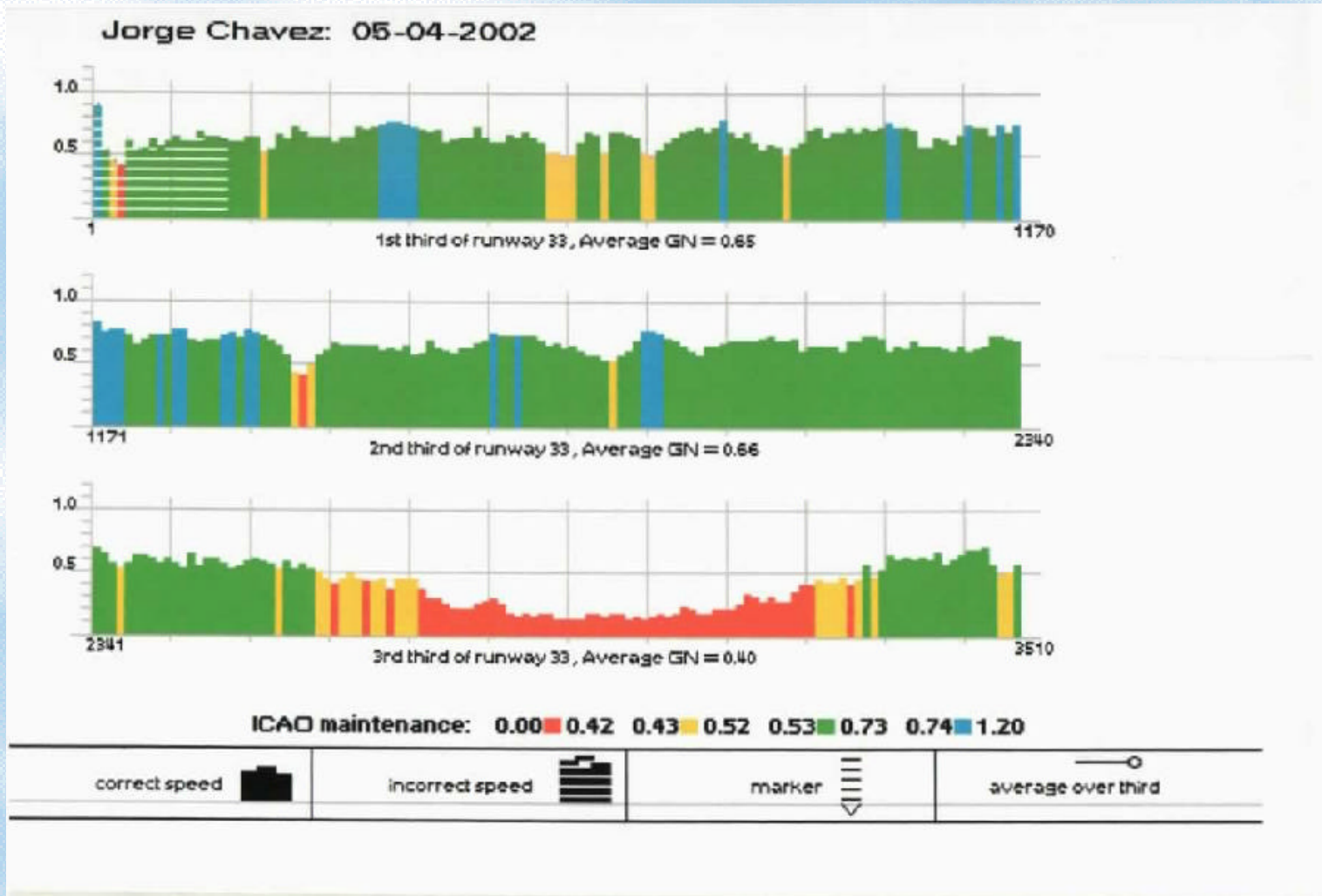
## Reporte del Grip Tester GT 271

Jorge Chavez		Runway Averages			Runway 15 /33	
← 15				33		
Direction of survey		0.40	0.66	0.65	0.57	L
		0.35	0.60	0.62	0.52	
		0.30	0.53	0.60	0.48	R
→						
Date / time	05-04-2002 / 04:29					
Start end of runway	Runway 33					
Side	Right					
Distance from c/l	3 m.					
Length between t/hs	3510 m.					
Target test speed	65 km/h					
Actual test speed	65 km/h					
Self-wetting film	1.00 mm					
Surface condition	Dry					
Weather	Clear					
Ambient / surface	19 C / 16 C					
Operator	IT					
GripTester	GT271					
Measuring tyre	A-series					
Remarks						

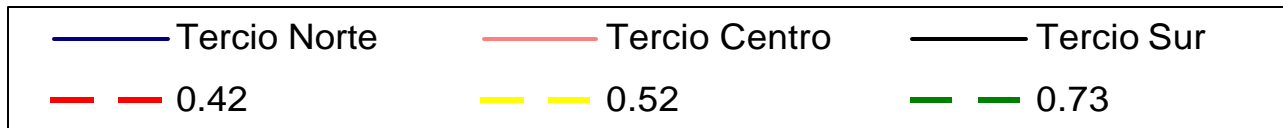
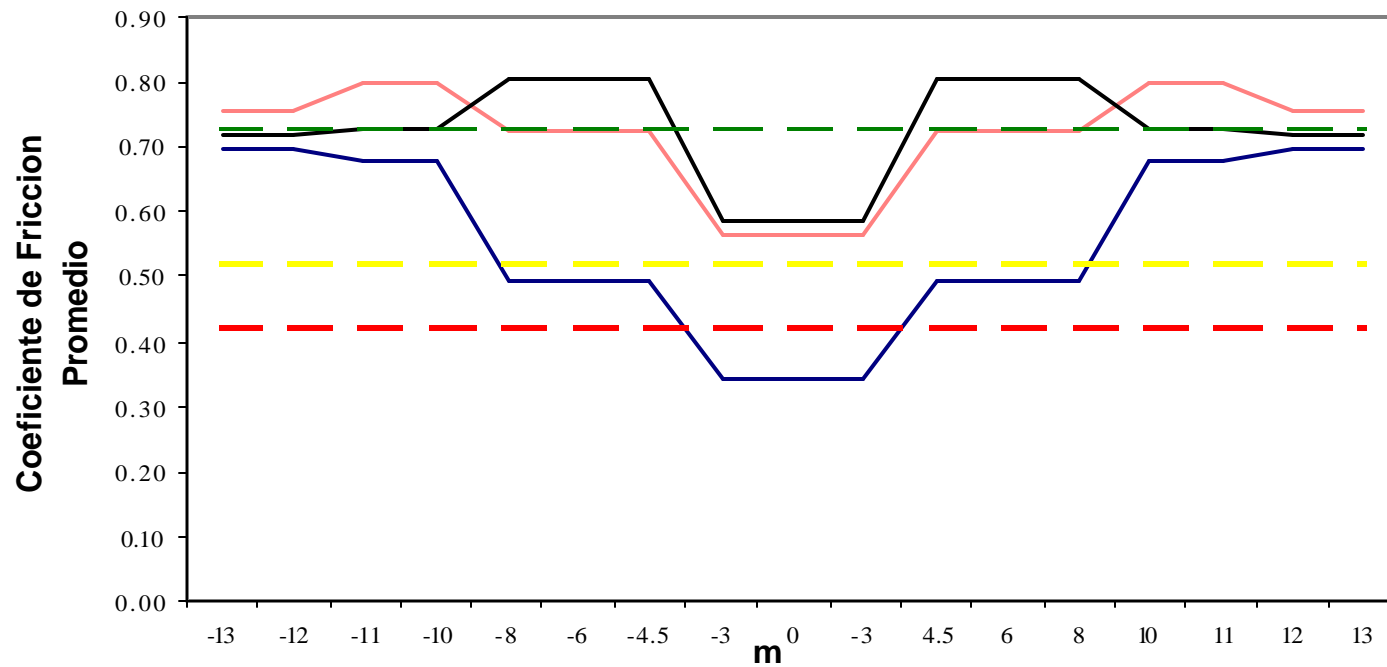
# Grafico - Reporte del Grip Tester GT 271



# Reporte del Grip Tester GT 271



## Secciones de Coeficiente de Friccion Pista 15/33 Aeropuerto Internacional Jorge Chavez



## ***II. MANTENIMIENTO PREVISTO PARA LA PISTA DE ATERRIZAJE - 2002***

## Alcances del Proyecto

- Remoción del caucho mediante el método de chorro de agua a alta presión
- Sellado de fisuras y grietas
- Repintado de señalización horizontal
- Mantenimiento de luces de Pista
- Inspección de zonas de seguridad de umbrales de Pista

## Remoción de caucho – método de chorro de agua a alta presión



- Se llevará a cabo la remoción de caucho utilizando un equipo Hidromower al cuál se le suministra agua con una bomba Liqua Blaster modelo 110-DT.
- Presiones regulables desde 5,000 PSI hasta 20,000 PSI
- Acabada la etapa de remoción se procederá a succionar el residuo líquido (caucho con agua) con un camión succionador

## Sellado de fisuras y grietas



- El método a seguir para el sellado de fisuras es el de llenado de fisura con banda superior.
- El procedimiento seguirá una secuencia ordenada de trabajo, empezando con la preparación de la fisura para recibir el sello mediante la limpieza de la misma con aire a presión, para después proceder al sellado de las fisuras (llenándola con el producto y formando la banda superior)

## Sellado de fisuras y grietas



- Se utilizará un sellante elastomérico de curado rápido que posee buenas propiedades de adherencia, flexibilidad y consistencia.
- Este sellante se aplicará en caliente mediante un equipo especial que calienta el sellante a una temperatura aproximada de 200° C.
- Finalmente se procederá a la limpieza general del terreno

## Repintado de señalización horizontal



- Se utilizará para la señalización horizontal pintura de tráfico de caucho clorado que cumpla con la Norma TTP-85-E.
- El lote a usar será certificado por el MTC.
- Con el fin de proporcionar a la pintura mayor retroreflectividad y capacidad de fricción, se utilizarán microesferas de vidrio “drop on” Type III que cumpla con la Norma TT-B-1325

### ***III. MANTENIMIENTO CORRECTIVO - PERSPECTIVA***

## Mantenimiento Correctivo - Estudio

Actualmente, venimos evaluando la implementación de un Plan de Gerencia de Pavimentos con consultores externos, este Plan contemplará un software administrador para gestionar, dar seguimiento y control al estado de los pavimentos y poder determinar:

- El estado superficial (Fisuras, grietas, baches y FODs)
- Capacidad de carga de la pista de aterrizaje.
- Vida útil residual.
- Medidas preventivas y correctivas a tomar.

# Mantenimiento Correctivo - Estudio

## Etapas del estudio:

### 1. Medición de la Deflexión ante la aplicación de carga:

A realizar con un equipo FWD de 25 KN de capacidad de carga, el cual sería calibrado para la capacidad de carga necesaria de acuerdo con las aeronaves mas representativas del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez.

### 2. Inspección Visual

Para indicar condiciones de esfuerzo de los pavimentos y su ubicación (Ejm: fisuras, sellado de juntas dañadas, grietas), tomados de la inspección visual. También se indica el nivel de severidad determinado.

Metodo PCI Pavement Conditions Index

## Mantenimiento Correctivo - Estudio

### 3. Testigos.

En base a los resultados de las mediciones del FWD y la inspección visual, se toman testigos para determinar los detalles constructivos del pavimento y las condiciones de esfuerzo, especialmente para las grietas.

Los testigos son tomados de las capas de concreto y/o asfalto. También es posible tomar los testigos de las capas de la subbase y subrasante.

## Mantenimiento Correctivo - Estudio

### 4. Medidas para la rehabilitación del pavimento.

- Determinar la condición existente del pavimento, expresada en vida útil residual y valor del PCN, y las medidas a tomar para la rehabilitación del pavimento.
- Posibles Productos a utilizar: asfalto reforzado, Stress Absorbing Membrane Interlayer (SAMI) y polymer modified asphalt (PMA).
- Información necesaria para el estudio :
  - Tráfico pasado – futuro.
  - Vida util de diseño.
  - Año de construcción e historia del mantenimiento del pavimento.
  - Clima, Temperatura Anual Promedio, etc.

