



ICAO

Oficina de Desarrollo e Implementación de Capacidades (CDI)



Evaluación de visibilidad desde la Torre de Control del Aeropuerto Internacional Jorge Chavez de Lima, Peru

Informe Técnico Final

RESUMEN EJECUTIVO

RESUMEN EJECUTIVO - Informe Técnico Final ITF N° 230721 - CDI OACI - AIJCH – TWR	
ITEM	COMENTARIOS GLOBALES
Tema	Evaluación de visibilidad desde la TWR del aeropuerto internacional Jorge Chávez (AIJCH), Lima, Perú.
Objetivo	Realización de una revisión de los vidrios en la torre de control evaluando su impacto sobre la visibilidad de las operaciones aéreas, teniendo en cuenta reflejos internos y dobles imágenes en el conjunto de 24 vidrios de la TWR
Alcance específico	Identificación y comunicación de cualquier defecto o problema que pudiera afectar la calidad y claridad visual desde la torre de control y que pueda comprometer la seguridad y la eficiencia en la gestión del tráfico aéreo.
Alcance adicional	Identificación y comunicación de cualquier defecto o problema adicional que pudiera afectar la calidad y claridad visual
Reunión de coordinación	El día 03JUL, se realizó en las oficinas de OACI SAM una reunión de coordinación entre el EDGAC y el CDI-ET. En la misma se explicó y comentó sobre la problemática, la evolución de la misma, los estudios realizados y el contexto de actuación.
Trabajos en sitio	Centrados en detectar los fenómenos descritos en la reunión de coordinación. A tal efecto se realizaron las siguientes visitas a la TWR: 03JUL de 16:30LT a 19:30LT, 04JUL de 09:30LT a 12:00LT, y 04JUL de 19:30LT a 21:00LT.
Ensayos realizados	Se realizaron diversas mediciones con el fin de determinar el estado físico óptico de los vidrios que conforman el fanal de la torre.
Trabajos en gabinete	En primera instancia se realizó un análisis teórico conceptual desde el punto de vista de la física-óptica con la intención de encontrar explicaciones a los fenómenos observados. Posteriormente se realizó un análisis global de la documentación técnica relativa a los procesos previos a la vista de este CDI-ET.
Observaciones Generales	Los trabajos en sitio permitieron confirmar que el fenómeno de doble o triple imagen (real + virtual/les) existe. Esta situación se da siempre, pero se da con mayor énfasis de noche. A su vez, estas particularidades pudieron ser visualizadas, independiente de la posición relativa objeto observador, en todas las aproximaciones y aterrizajes que el CDI-ET pudo analizar. Este fenómeno no es estático, sino que tiene características dinámicas de desplazamiento cuando se lo observa desde un mismo vidrio. Situaciones similares se dieron al observar vehículos en el área de movimientos y en luces fijas terrestres. Los análisis teóricos conceptuales realizados permitieron entender, por un lado, que el fenómeno de las imágenes virtuales tiene su génesis en la ausencia de paralelismo de las caras internas de los vidrios que conforman cada uno de los vidrios conformando así un efecto prisma. Por otro lado, la migración de las imágenes virtuales (desplazamientos relativos virtual a la real, ya sea para objeto fijo- observador móvil, o bien para objeto móvil – observador estático) tiene su explicación en la existencia de curvaturas en los vidrios. Por otro lado, el análisis de la documentación disponible permite determinar que no se evidencian especificaciones técnicas específicas para los vidrios de la TWR siendo éstos vidrios los mismos que para el resto de las instalaciones que conforman las nuevas instalaciones aeroportuarias.
Conclusiones Generales	Los vidrios del fanal no tienen las características optimas desde el punto de vista óptico para su uso en torres de control y constituyen un peligro (en el contexto de la gestión de la seguridad operacional) cuyo riesgo debe ser atendido y correctamente evaluado. Las características del defecto no permiten pensar en soluciones ópticas que posibiliten neutralizar o atenuar, a un nivel despreciable, los defectos observados.
Recomendaciones Generales	Realizar, a través de un equipo multidisciplinario de expertos, una evaluación de seguridad operacional (ESO) del peligro que permita asignar probabilidades y severidades en la

RESUMEN EJECUTIVO - Informe Técnico Final ITF Nº 230721 - CDI OACI - AIJCH – TWR	
ITEM	COMENTARIOS GLOBALES
	matriz de riesgo desarrollada por el estado en el marco del SSP (State Safety Programme) y del NASP (National Aviation Safety Plan) y del SMS (Safety Management Systems) del prestador de servicios. En este contexto, hasta tanto el problema detectado no sea solucionado o mitigado aceptablemente (en el marco del SSP y del NASP) a través de una evaluación de seguridad operacional, continuar con las operaciones tal cual se vienen desarrollando.
Observación adicional	Las características de la conformación de los espacios del interior de la TWR facilitan la presencia de reflejos sobre los vidrios que generan perturbaciones no deseadas sobre ciertas áreas de observancia. Aportando así, elementos adicionales de perturbación visual.
Recomendación adicional	Evaluar la posibilidad de rediseñar los espacios de la TWR acercando los puestos de trabajo a los vidrios del fanal y reorientando los puestos de los Controladores de Control Aéreo de aeródromo para que puedan tener una visión directa de las aproximaciones por RWY 16L y RWY 16R, que constituyen las preferentes en AIJCH.
Registro fotográfico	El presente informe presenta diversas imágenes donde resulta posible apreciar lo indicado.
Sumario Final	Resumiendo lo anterior podemos observar que. - Las imágenes virtuales múltiples se encuentran siempre presentes, solo que de noche resultan evidentes a simple vista. Este fenómeno óptico, no ocasional sino permanente, encuentra explicación en el efecto prisma que se da entre los vidrios que conforman el vidrio al no ser paralelas sus caras internas. Este CDI-ET no encuentra soluciones ópticas que permitan corregir este defecto, solo sería aplicable una solución física tendiente a asegurar el paralelismo requerido. - Los desplazamientos de las imágenes virtuales también se encuentran siempre presentes, solo que de noche también resultan evidentes a simple vista. Este fenómeno se da, independiente de la posición relativa del objeto – observador, y encuentra su explicación en la curvatura de los vidrios. Este CDI-ET, no ha podido determinar si dichas curvaturas se deben a un proceso de fabricación, y/o traslado, y/o montaje y/o fijación. En este contexto no es posible sugerir una solución física u óptica que permita su neutralización. Lo anterior constituye un peligro (entendiendo al peligro como: condición u objeto que entraña la posibilidad de causar un incidente o accidente de aviación o de contribuir al mismo). Por lo cual este CDI-ET recomienda una evaluación de seguridad operacional hasta tanto no sean corregidos las perturbaciones antes mencionadas. En concordancia con lo anterior se sugiere considerar: - Los reflejos interiores están siempre presentes, algunos son más evidentes de día mientras que otros se magnifican de noche. Este fenómeno tiene explicación en las fuentes, en la ubicación relativa de los puestos de control a los paños de las ventanas y en las características anti-reflejo de los vidrios. Este CDI-ET sugiere se analice la posibilidad de acercar los puestos de trabajo a las ventanas, se coloque filtros anti-reflejo en todas las ventanas, se eliminen aquellas luces innecesarias y se lleve a negro aquellos elementos que se reflejan en los vidrios, conformando así una defensa en los modelos de riesgo que se analicen, - Por otro lado, llama la atención de este CDI-ET la posición relativa de los puestos de control frente a las pistas 16L y 16R que son las de mayor uso. Esto, independiente de las características de las imágenes virtuales y siguiendo los modelos de James T. Reason, constituye una ventana de oportunidad. Se sugiere entonces, se replantee la ubicación relativa de los controladores conformando así una defensa en los modelos de riesgo que se analicen,

Entendiendo que este resumen ejecutivo puede resultar escaso para el entendimiento pleno de la problemática se recomienda la lectura plena del presente documento. No obstante, en caso de necesitar mayores presiones de manera ejecutiva se sugiere la lectura del punto 5 “Observaciones, conclusiones y recomendaciones”.

Julio de 2023

ACRONIMOS

En el presente documento se utilizan las siguientes abreviaturas con el fin de facilitar la lectura del mismo.

Acrónimos	Descripción
AIJCH	Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (Según proyecto de Ampliación)
ATC	Air Traffic Control
CDI	Capacity Development and Implementation Bureau - OACI
CDI-ET	Equipo técnico del CDI
CDI - PM FOO	Project Manager - Field Operations Officer
DME	Distance measuring equipment
EDADGAC	Equipo de apoyo de la Dirección General de aviación Civil (DGAC),
GMC	Ground Movement Control – Control de superficie ATC
IGU	Insulated Glass Unit
ILS	instrument landing system – Sistema de aterrizaje por instrumentos
LoA	Letter of Agreement-Carta de Acuerdo
LOC	Localizador
METAR	Informe meteorológico ordinario de aeródromo
NASP	National Aviation Safety Plan (Plan Nacional de Seguridad Operacional)
LT	Local Time (hora local)
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
RNP	Required navigation performance
SMS	Safety Management Systems (Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional)
SPIC	Aeropuerto Internacional Jorge Chavez
SSP	State Safety Programme (Programa Estatal de Seguridad Operacional)
RWY 16L	Runway (pista)16 izquierda
RWY 16R	Runway (pista)16 derecha
TWR	Torre de control

PROLOGO

Los observaciones, conclusiones y recomendaciones plasmadas en el presente reporte surgen de las actuaciones realizadas por el CDI-ET en el contexto del objetivo y alcance establecidos tendientes a realizar un abordaje sistémico relacionado con una evaluación complementaria, a las ya realizadas, sobre la visibilidad desde la TWR del aeropuerto internacional Jorge Chávez (AIJCH).

REGISTRO DE ENMIENDAS Y REVISIONES

FECHA	REVISIÓN	RESPONSABLE	TEMA	COMENTARIO	APROBÓ
Julio de 2023	00	CDI-ET	ITP 230707	Informe Técnico preliminar	CDI-FOO
Julio de 2023	00	CDI-ET	ITF 230721	Informe Técnico final	Of. SAM
Julio de 2023	01	CDI-ET	ITF 230721	ITF - Incorpora ajustes	CDI-FOO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1 TEMA.....	7
2 OBJETIVOS	7
3 ALCANCE	7
4 DESARROLLO	7
4.1 AGENDA DE TAREAS – ACTIVIDAD EN LIMA	7
4.2 REUNIÓN INICIAL DE COORDINACIÓN.....	8
4.3 PROBLEMÁTICA INFORMADA	8
4.4 REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN	8
4.5 AMBITO DE EVALUACIÓN	9
4.6 TRABAJOS EN SITIO	12
4.6.1. Observaciones in situ	12
4.6.2. Pistas operativas y aeronaves en aproximación	12
4.6.3. Datos meteorológicos - METAR.....	13
4.6.4. Determinaciones in situ	13
4.6.5. Instrumentos utilizados.....	14
4.7 RESULTADOS DE LOS TRABAJOS EN SITIO.....	14
4.7.1 Generales	14
4.7.2 Relativos a imágenes virtuales sobre aeronaves.....	15
4.7.3 Relativos a imágenes virtuales sobre vehículos en plataformas y rodajes	17
4.7.4 Relativos a imágenes virtuales sobre luces fijas.....	17
4.7.5 Relativos a otras imágenes y reflejos propios en la TWR.....	17
4.7.6 Relativos a otras imágenes externas.....	19
4.7.7 Relativas a determinaciones de inclinación	20
4.7.8 Relativas a determinaciones de radiación solar	20
4.7.9 Relativas a determinaciones de tensiones.....	21
4.8 TRABAJOS EN GABINETE.....	22
4.8.1 Análisis físico óptico y resultados.....	22
4.8.2 Análisis de la documentación técnica y resultados asociados.	26
5 OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES	28
5.1 RELATIVAS A TRABAJOS EN SITIO – VISUALIZACIONES ESPECÍFICAS.....	28
5.2 RELATIVAS A TRABAJOS EN SITIO – VISUALIZACIONES ADICIONALES	28
5.3 RELATIVAS A TRABAJOS EN SITIO – DETERMINACIONES	29
5.4 RELATIVAS A TRABAJOS EN GABINETE – ANÁLISIS FÍSICO OPTICO	29
5.5 RELATIVAS A TRABAJOS EN GABINETE – ANÁLISIS DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	30
6 ANEXO 1 – ANALISIS DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	31
6.1 CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE PLANOS O DOCUMENTOS TECNICOS AIJCH-CF-CSCI-388-21_FD_1200).....	32

6.2	INFORME JCA-GSF-OSITRAN Nº01499-2021	32
6.3	MEMORIA GENERAL DE ARQUITECTURA NL_4000_FD_MDE_ACM_A00_DS_000001_.....	35
6.4	MEMORIA DE ENVOLVENTE (NL_1200_FD_MDE_ACM_A00_DS_000003)	39
6.5	MINUTA REUNION CORPAC -LAP-AECOM MM-000556.....	47
6.6	DISTRIBUCION GENERAL PLANTA MEZZANINE Y CABINA (1210-AAB1N-A11310 003).....	48
6.7	REVISIÓN DOCUMENTO TÉCNICO CESEL-INECO Edificios Lado Aire_ Arquitectura RDT-145800-148-21-SUP_FD_WP2.1_ _1210	50
6.8	GLAZING (NL_1200_FD_SPC_ACM_A00_TC_088000).....	52
6.9	INFORME TECNICO ESPECIAL Nº109 “REVISIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DE LA CORRECTA INSTALACIÓN DE LOS VIDRIOS EN EL FANAL”	57

1 TEMA

Evaluación de visibilidad desde la TWR del aeropuerto internacional Jorge Chávez (AIJCH), Lima, Perú.

2 OBJETIVOS

El objetivo principal consiste en la realización de una revisión de los vidrios en la torre de control evaluando su impacto sobre la visibilidad de las operaciones aéreas, teniendo en cuenta reflejos internos y dobles imágenes en el conjunto de 24 vidrios de la TWR.

3 ALCANCE

El alcance establecido se relaciona con la identificación y transmisión de cualquier defecto o problema que pudiera afectar la calidad y claridad visual desde la torre de control y que pueda comprometer la seguridad y la eficiencia en la gestión del tráfico aéreo.

4 DESARROLLO

Para cumplir con el objetivo y alcance establecido se desarrolló la siguiente agenda de tareas centrada en los trabajos en sitio y gabinete

4.1 AGENDA DE TAREAS – ACTIVIDAD EN LIMA

Fecha	Horario	Motivo	Lugar	Asistentes
3/7/2023	09:30 a 12:30 hs	Reunión de coordinación	Of OACI SAM	ET y EDAGAC
	12:30 a 14:00 hs	Almuerzo	--	ET y EDAGAC
	14:00 a 15:00 hs	Trabajo en gabinete	Of OACI SAM	ET
	15:00 a 16:15 hs	Traslado Of SAM al aeropuerto	--	ET + EDAGAC
	16:30 a 19:30 hs	Trabajo en sitio	TWR	ET + EDAGAC
	19:30 a 21:00 hs	Traslado a los hoteles	--	ET + EDAGAC
4/7/2023	08:00 a 09:30 hs	Traslado Hoteles al aeropuerto	--	ET + EDAGAC
	09:30 a 12:00 hs	Trabajo en sitio	TWR	ET
	12:00 a 13:00 hs	Traslado aeropuerto a of OACI SAM	--	ET + EDAGAC
	13:00 a 14:00 hs	Almuerzo	--	ET
	14:00 a 17:30 hs	Trabajo en gabinete	Of OACI SAM	ET
	17:30 a 19:30 hs	Traslado Of SAM al aeropuerto	--	ET + EDAGAC
	19:30 a 21:00 hs	Trabajo en sitio	TWR	ET
	21:00 a 22:00 hs	Traslado a los hoteles	--	ET + EDAGAC
5/7/2023	08:00 a 11:30 hs	Trabajo en gabinete	Hotel Meliá Lima	ET
	11:30 a 12:00 hs	Traslado a las of OACI SAM	--	ET
	12:00 a 13:00 hs	Almuerzo	--	ET
	13:00 a 18:00 hs	Trabajo en gabinete	Of OACI SAM	ET
	18:00 a 19:00 hs	Traslado a los hoteles	--	ET

6/7/2023	09:00 a 09:30 hs	Traslado a las of OACI SAM	--	ET
	09:30 a 12:00 hs	Trabajo en gabinete	Of OACI SAM	ET+EDADGAC
	12:00 a 13:00 hs	Almuerzo	--	ET
	13:00 a 18:00 hs	Trabajo en gabinete	Of OACI SAM	ET
	18:00 a 19:00 hs	Traslado a los hoteles	--	ET

Donde:

CDI-ET: equipo de trabajo del CDI. Conformado por

- .- Luis Martorelli, experto en óptica
- .- Julio Olavarría, especialista en ATM y experto en Operaciones
- .- C. Alejandro Di Bernardi, experto en aeródromos y jefe de equipo.

EDADGAC: Equipo de apoyo de la Dirección General de aviación Civil (DGAC), integrado por:

- .- Luis Luna (navegación aérea),
- .- Jorge Taramona (aeródromos)
- .- Paulo Vila (navegación aérea) coordinador del EDAGAC

4.2 REUNIÓN INICIAL DE COORDINACIÓN

La misma se llevó a cabo en las oficinas de la sede OACI SAM, donde los profesionales de la EDADGAC describieron la problemática existente detallando la evolución de la misma en el contexto político institucional.

4.3 PROBLEMÁTICA INFORMADA

Básicamente se informa que, en determinadas horas del día, se visualizan desde la TWR imágenes duplicadas al observar aeronaves y vehículos de apoyo terrestre.

4.4 REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN

Con el fin de disponer de elementos de análisis complementarios se solicitó al EDADGAC la siguiente información:

- Especificaciones técnicas del fanal de la TWR.
- Especificaciones técnicas de los vidrios de dicha TWR.
- Registros de las pruebas, protocolos y reportes de ensayos del fabricante del vidrio.
- Registros de las pruebas, protocolos y reportes de ensayos que sustenten la conformidad de recepción de los vidrios ya instalados.
- Diseño del fanal de la TWR, que incluya el sustento técnico-operacional para la implementación del pasillo envolvente de 360° entre los puestos de trabajo y los vidrios.
- Distribución de los puestos de trabajo, que incluya el sustento operacional para la ubicación de cada uno.
- Informes METAR desde que la TWR está operativa (días y horarios operativos TWR).
- Cartas de aproximación a las pistas 16L y 16R.
- Cartas de acuerdo entre aproximación Lima y Lima torre.
- AIP AIJCH.

Vale comentar que la información finalmente analizada se detalla en el punto 4.8.2. del presente informe.

4.5 AMBITO DE EVALUACIÓN

Con el fin de caracterizar de manera global el entorno de la zona de estudio se describen a continuación ciertos aspectos que hacen a la TWR del aeropuerto y a los sistemas de aproximación asociados.

La ubicación relativa de la torre de control y de las pistas 16R-34L y 16L-34R se muestran en la siguiente imagen



Imagen general del aeropuerto y de la ubicación de la TWR

La TWR posee un fanal está compuesto por 24 ventanas, numeradas en su parte inferior con las denominaciones V01 al V24, que permiten una visión azimutal de 360°, con la excepción del espacio ocupado por los montantes que soportan los propios vidrios y las propias columnas que hacen al soporte del techo del fanal. En la siguiente imagen se observa de manera esquemática estos 24 paños.

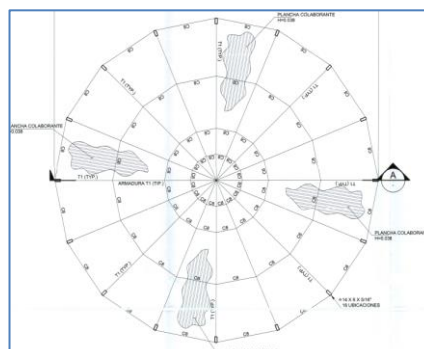


Imagen general en planta del techo de la TWR donde se aprecian los 24 paños

Por otro lado, los vidrios están instalados con una inclinación nominal de 15° hacia el exterior, quedando por tanto la arista horizontal superior más alejada del centro de la torre que su homóloga inferior. En la siguiente imagen se observa de manera esquemática lo descrito.

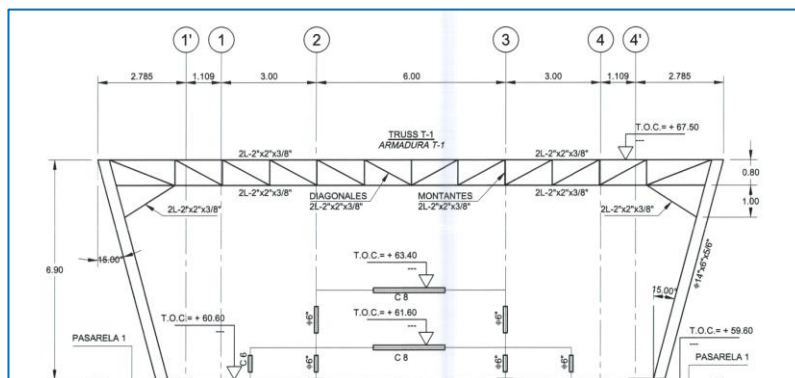


Imagen general en corte del fanal, donde se aprecian la inclinación de los vidrios

Habiendo caracterizado entonces la zona de observancia, resulta necesario mencionar ciertos procedimientos que se prescriben en la “Carta de Acuerdo”. Carta de Acuerdo Operacional suscrita entre las Dependencias de Torre de Control y Control de Aproximación Radar de Lima-Versión 01” de fecha 31/07/2018. referente a la transferencia de comunicaciones y responsabilidad del ATC. Es de particular importancia lo regulado en el punto 6.1.: “Encaminamiento, Coordinación y puntos de transferencia” donde se especifican los puntos de transferencia de comunicaciones entre ambas dependencias para diferentes tipos de vuelo. A tal efecto se mencionan los límites del ATZ de AIJCH según son descritos en AIP Perú como se muestra en la siguiente imagen:

AD 2 SPJC 6
24 MAR 22

AIP - PERÚ

AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHÁVEZ - LIMA - CALLAO (SPJC)

15	OTRAS LUCES, FUENTE SECUNDARIA DE ENERGÍA	
	1 Emplazamiento, características y horas de funcionamiento ABN	Edificio TWR FLG W/G EV 2 SEC, HN/IMC IBN: NIL
	2 Emplazamiento LDI y LGT	NIL
	Emplazamiento anemómetro y LGT	→ 390 m de THR 16 y THR 34, LGTD
	Luces de borde TWY	Todas las TWY
	3 Eje de TWY	A, C, D, G y F
	Luces de protección de pista tipo	LEAD ON : Calle ALFA Pista 16 ←
4	Fuente auxiliar de energía	→ Para las luces de eje de pista, toma de contacto, stop Bar Pista 16/34. Lead-On.
	Tiempo de conmutación	2 s / y para el resto de luces del AD: 15 s
	5 Observaciones	NIL

16	ÁREA DE ATERRIZAJE DE HELICÓPTEROS	
	1 Coordenadas TLOF o THR de FATO	NIL
	2 Elevación de TLOF y/o FATO M/FT	NIL
	3 Dimensiones, superficie, resistencia, señales de las áreas TLOF y FATO	NIL
	4 BRG geográfico y MAG de FATO	NIL
	5 Distancia declarada disponible	NIL
	6 Luces APP y FATO	NIL
7 Observaciones	NIL	

ESPACIOS AÉREOS ATS	
Designación y límites	
ATZ	Círculo de 5 NM de radio con centro en el ARP del AD de coordenadas 12°01'18.79"S - 077°06'51.54"W.

Por todo lo expuesto en los párrafos e imágenes anteriores, los controladores de AIJCH TWR han de tener los medios para observar con claridad las aeronaves más allá de la 05DME y sí estar en condiciones de poder cumplir con las responsabilidades prescritas para el Control de Aeródromo.

Durante los periodos en los que el equipo CDI-ET realizó los trabajos de campo en la nueva Torre de Control del AIJCH, estando ésta operativa (1300LT a 1700LT), se constató que las aeronaves realizaban la primera llamada a AIJCH TWR entre la 07DME y la 06DME de la RWY16R. En el resto de los periodos de observación en campo, en los que el Control de Aeródromo se aplicaba desde la torre de control original, se monitorizaron las frecuencias ATC y se comprobó que el procedimiento de transferencia de comunicaciones se mantenía en los mismos parámetros, si bien con la RWY16L.

Al estar en servicio la RWY16L las aeronaves, mediante guía vectorial, se establecían en el Localizador entre los WPT LUTPI (IF) y SIMUR (FAP), de acuerdo con la IAC de la maniobra ILS T RWY16L, del AIRAC SUP 14/22 (WEF26/01/23), tal cual se presenta en la siguiente imagen.



En el caso de las demás maniobras ILS a la RWY16L, los WPT son idénticos con la excepción de la ILSV16L que no sobrevuela LUTPI si bien intercepta el LOC16L a una distancia similar (10DME/IJCH).

Análogamente la maniobra RNP RWY16L determina que las aeronaves han de establecerse en la derrota final de aproximación en el WPT JC625 situado a 10NM del umbral de la RWY16L.

Todos estos valores son compatibles con la Carta de Acuerdo mencionada anteriormente, que marca la jurisdicción y responsabilidad ATC aplicable a AIJCH TWR.

En cuanto a la transferencia de comunicaciones de las aeronaves realizando aproximaciones a la RWY16R, maniobra no observada de noche durante los días de

trabajo en sitio del ET, los WPT TOPUV (IF) 10,2DME/IRLI y RONAR (FAP) 5,5DME/IRLI, determinarían la zona de interceptación del LOC16R en caso de guía vectorial, para poder cumplir con lo establecido en la Carta de Acuerdo mencionada en lo referente a transferencia de comunicaciones y responsabilidad ATC.



Habiendo entonces descrito de manera general los procedimientos y responsabilidades de la TWR y las aproximaciones por pistas 16, se procede entonces de describir los trabajos en sitio y los resultados obtenidos.

4.6 TRABAJOS EN SITIO

4.6.1. Observaciones in situ

La primera tarea del ET se centró en la verificación del fenómeno comentado, relativa a la existencia de imágenes dobles de luces y objetos, situación de imágenes virtuales en diferentes puntos de los vidrios, ya sea de elementos móviles o estáticos, para lo cual se procedió a realizar diferentes visitas a la TWR tanto en horario diurno como nocturno.

Esta actividad permitió confirmar la existencia de imágenes secundarias (denominadas en adelante, imágenes virtuales comprendiendo que se trata de imágenes aparentes no reales).

Los resultados se presentan en el correspondiente apartado del presente informe.

Vale comentar que los integrantes del ET realizaron diferentes visualizaciones de aproximaciones de aeronaves desde la terraza perimétrica exterior de la TWR observando la no existencia de imágenes virtuales, descartando así influencias negativas provenientes de las condiciones meteorológicas imperantes o bien la capa límite atmosférica.

4.6.2. Pistas operativas y aeronaves en aproximación

Durante los días en los que el equipo investigador realizó las observaciones, se operó con las pistas 16 en uso, cumpliéndose el siguiente horario:

- RWY16R: de 13:00LT a 17:00LT
- RWY16L: el resto del periodo diario según horario indicado en el punto agenda de tareas del presente documento.

Por ello, sólo se pudieron comprobar las distorsiones ópticas sobre las aeronaves en aproximación, sobre los vidrios que cumplían con la alineación, observador-vidrio-QMS RWY 16L/R. Más aun, como el ocaso en los días de la observación fue siempre posterior a las 17:00LT, solo se pudieron comprobar las posibles distorsiones nocturnas sobre aeronaves realizando su aproximación a la RWY16L en los vidrios 21, 22, 23,24, 01, 02 y 03.

Los tipos de aeronaves que se observaron comprenden un variado número que incluye:

- “Wide bodies” como el B787, A350 y DC10,
- “Narrow bodies”, de estela turbulenta media como el A320 y B737, ambos de diferentes series
- Aeronaves de propulsión turbohélice tanto civiles (De Havilland Dash8) como militares (Alenia C27 Spartan).

Como complemento de lo anterior se tuvo oportunidad de analizar además, el mismo efecto (de imágenes virtuales) durante la observación del disco solar y lunar , en el reflejo y la refracción doble sobre dichos vidrios.

4.6.3. Datos meteorológicos - METAR

Con el fin de caracterizar las condiciones meteorológicas reinantes en los periodos de observación del ET sobre TWR se solicitaron los siguientes períodos temporales de datos METAR

- 03JUL Observación 16:30LT a 19:30LT (21:30Z a 00:30Z)
- 04JUL Observación matutina: 09:30LT a 12:00LT (14:30Z a 17:00Z)
- 04JUL Observación vespertina: 19:30LT a 21:00LT (00:30Z a 02:00Z del día 05JUL)

El análisis de los datos se incluirá en el reporte final una vez obtenidos estos.

4.6.4. Determinaciones in situ

Como complemento de lo anterior se realizaron ciertos ensayos con el fin de caracterizar los paneles que constituyen el fanal de la TWR.

Para ello:

- Se observó la estructura del propio fanal de la torre,
- Se establecieron los puestos de observación sobre el área operativa,
- Se recorrió el pasillo de circulación interna, ubicado entre los vidrios y área elevada operativa de trabajo de los propios controladores.

- Se observó la codificación de puntos de ensayo sobre cada uno de los vidrios (V)

Con ello establecido, se procedió a realizar sobre algunos de los vidrios que conforman los paños del fanal, determinaciones básicas de:

- Transmitancia, reflectancia y absorbancia
- Tensiones internas sobre los cristales
- Inclinação de cristales
- Visualización con instrumentos ópticos del fenómeno en campo de vuelo y aeronaves en aproximación.
- Visualización de fenómenos astronómicos diurnos y nocturnos

Los resultados se presentan en los puntos 4.7.7, 4.7.8, y 4.7.9 del presente informe.

4.6.5. Instrumentos utilizados

- Medidor de radiación Telmex- Tenmars -206 W/m², 5 % $\pm$ 7 %
- Inclímetro Crsometer $\alpha = 0.1^\circ$ $0.05^\circ < \alpha < 0.07^\circ$
- Polarizador y analizador Sistema Melles Griott- D 50mm, 50nm $\pm$ 100nm
- Monóculo Newvision technology -innovation 7 x 35.
- Cámara de fotos SONY Alfa 5000 Tamaño del sensor, 23.5 x 15.6 mm ; Resolución máxima, 5456 x 3632 ; Factor de recorte, 1.53.

4.7 RESULTADOS DE LOS TRABAJOS EN SITIO

A continuación, se describen y evidencian los resultados de las observaciones y mediciones anteriormente mencionadas.

4.7.1 Generales

Antes de ingresar en los correspondientes apartados resultados pertinente hacer los siguientes comentarios generales:

- El equipo de trabajo del CDI desarrolló unas 7 horas de observaciones en el fanal de la Torre de Control del Aeropuerto Jorge Chávez de Lima (AIJCH).
- Se han realizado observaciones estando la nueva Torre de Control operativa durante su horario de funcionamiento y también durante el periodo en el que el Control de Aeródromo efectivo se realizaba desde la Torre de Control antigua.
- En este contexto durante los trabajos en sitio se han podido realizar observaciones tanto en horario diurno como nocturno, con especial atención a este último.
- Durante los periodos de observación se ha podido comprobar un gran abanico de intensidades lumínicas tanto con cielo despejado, como cubierto, como nocturno.
- Los tipos de aeronaves observados cubren gran parte de los modelos que operan con regularidad en AIJCH

- Se han observado tanto aeronaves, como vehículos de servicio tipo “Follow me”.
- En todas las observaciones, con especial atención a las realizadas en horario nocturno, se ha comprobado la existencia de duplicidades en las luces percibidas, tanto en las que su origen se encontraba fuera como dentro del fanal.
- Es de especial atención los efectos de imágenes virtuales que se percibían en las aeronaves en aproximación a la RWY16L cuando éstas atravesaban la parte derecha de los vidrios. En este caso la imagen virtual se situaba a la izquierda de la real y, al ser de menor intensidad, producía una falsa impresión conducente a suponer la existencia de una segunda aeronave establecida en el LOC de la RWY16L a cierta distancia detrás de la primera.

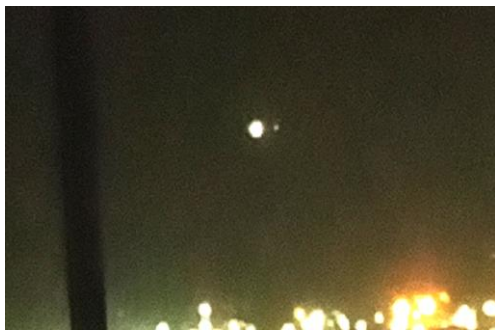
4.7.2 Relativos a imágenes virtuales sobre aeronaves

Posterior a las puestas del Sol, se realizaron una serie de visualizaciones de aeronaves en aproximación por RWY 16L comenzado su observancia cerca de las 8 millas hasta más allá de la zona de toma de contacto de la pista referenciada. De esta manera cada aeronave recorría los vidrios V23, V24, V01, V02, V03, y V04. Las principales observaciones se resumen a continuación,

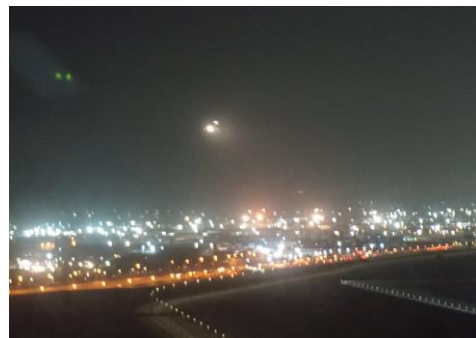
- Desde el momento mismo de observación visual en el vidrio V 23, la imagen virtual se ubicaba con una intensidad del orden del 20 % de la real, a la derecha de la aeronave (según observador quieto en sala). Conforme el avance del aerodino, la imagen se posicionaba sobre la real para luego ubicarse finalmente sobre el lado izquierdo. De esta manera a posición fija del observador y siguiendo el recorriendo de la aeronave se pudo determinar el salto de la imagen virtual de un punto A (imagen virtual lado derecho del avión según observador en sala) a un punto C sobre el vidrio.
- En el momento en que la luz real pasaba al vidrio V24, la imagen virtual repetía el fenómeno anteriormente descrito. Posición A, B y C.
- Por otro lado, cuando la aeronave ya se encontraba en tierra recorriendo los vidrios V02, V03, y V04 se producía un fenómeno similar al anterior, pero con la siguiente particularidad. Primero la imagen virtual se posicionaba delante de la aeronave (punto A del vidrio) para luego pasar a coincidir con la real (punto B, en este caso coincidente con la perpendicular del observador respecto del vidrio) para finalmente terminar por detrás del aerodino (punto C). Estas imágenes se repetían en cada uno de los paños mencionados según la aeronave avanzaba hasta que las fuentes (luz real) dejaba de observarse.
- Vale comentar que lo anterior se dio tanto a posición de observador fijo como observador móvil. La única diferencia se daba en el momento en que cada uno comenzaba a visualizar las imágenes virtuales. Esto básicamente por la diferencia de ángulos relativos entre observador y objeto observado.

- Lo anteriormente indicado se dio, con distintas intensidades y particularidades de luminosidad, para todas las aeronaves en situación de aproximación y aterrizaje por RWY 16L que el ET pudo observar.
- La observación además permitió demostrar que, según la intensidad de iluminación de los faros de la aeronave, el fenómeno virtual se intensifica y repite con una tercera imagen, incluso visualizada con binoculares a la una distancia de aproximación de 5 millas.
- Especialmente significativo fue la generación de imágenes virtuales en el caso de la observación de una aeronave C27 Spartan (Indicativo omitido al tratarse de aeronave de estado) que debido a la disposición de la luces de aterrizaje, produjo la sensación de portar otra aeronave idéntica sobre el fuselaje de la real, cuando se encontraba en la zona de toma de contacto en la RWY16L, situación que con mayor nitidez se pudo observar al visualizar dicha situación con prismáticos.
- Finalmente mencionar que todo hace indicar que las observaciones de las aeronaves realizando aproximaciones a la RWY16R arrojarán datos perfectamente extrapolables a los arriba observados.

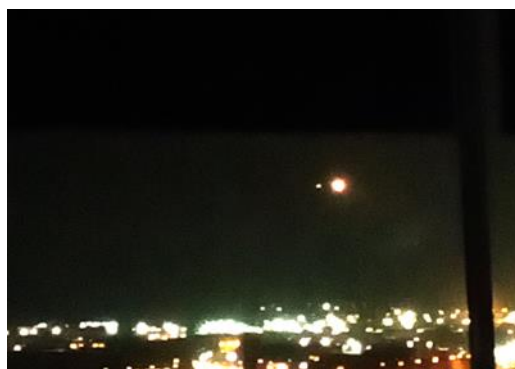
Las siguientes imágenes son representativas de lo anteriormente indicado



Vista general de la imagen virtual (a la derecha del objeto real) de una aeronave en aproximación



Vista general de la imagen virtual (arriba del objeto real) de una aeronave en aproximación



Vista general de la imagen virtual (a la derecha del objeto real) de una aeronave en aproximación

4.7.3 Relativos a imágenes virtuales sobre vehículos en plataformas y rodajes

Un detalle observado que fue visualizado perfectamente en los días de trabajo nocturno, fueron las imágenes virtuales de vehículos en movimiento o parados en lugares diferentes del aeropuerto. Las imágenes virtuales, se repetían siguiendo el mismo patrón de posición delante, encima o detrás de la imagen real.



Vista general de imagen de un vehículo estacionado sobre plataforma



Vista general de la Imagen ampliada donde se observa la doble imagen (real y virtual)

4.7.4 Relativos a imágenes virtuales sobre luces fijas

Como en los casos anteriores se pudieron visualizar el mismo patrón anteriormente mencionados respecto de luces fijas. Ejemplo de ellos son las imágenes representativas que a continuación se presentan.



Vista general de la imagen real de una luminaria (a la derecha de la fotografía) e imagen virtual (a la izquierda) sobre el punto C del vidrio V04



Vista general de la imagen virtual (de la luminaria de la foto contigua) sobre punto A del vidrio V05, la luz real se encuentra tapada por el soporte del portante del vidrio

4.7.5 Relativos a otras imágenes y reflejos propios en la TWR

Recorriendo la sala se pudo determinar una cantidad significativa de reflejos internos sobre los vidrios del fanal provenientes de las propias instalaciones y equipos, generando una interferencia del campo visual sobre el área de movimiento del aeródromo.

Las siguientes imágenes son representativas de estas situaciones:



Imagen general de reflejo interno de brazos
soporte de dispositivos

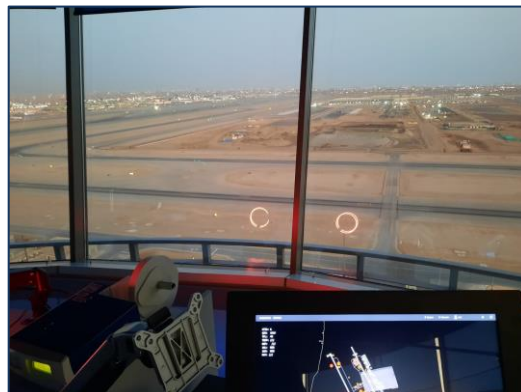


Imagen general de reflejo interno de luces de
monitores. Situación que se intensifica de noche

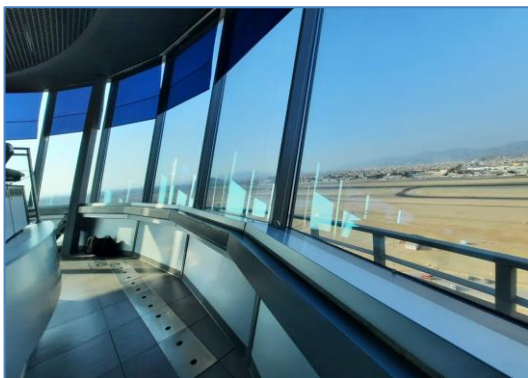


Imagen general de reflejo interno de paneles del
fanal

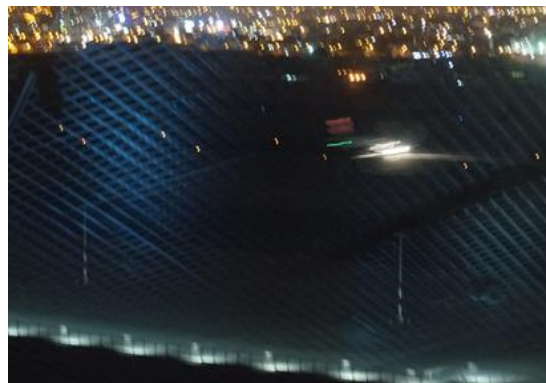


Imagen general de reflejo interno del techo
interior



Imagen general de Imagen general de reflejo hacia
afuera, donde se aprecia multiplicidad de reflejos
internos

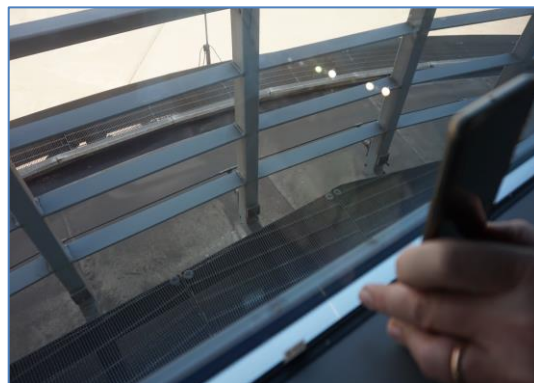


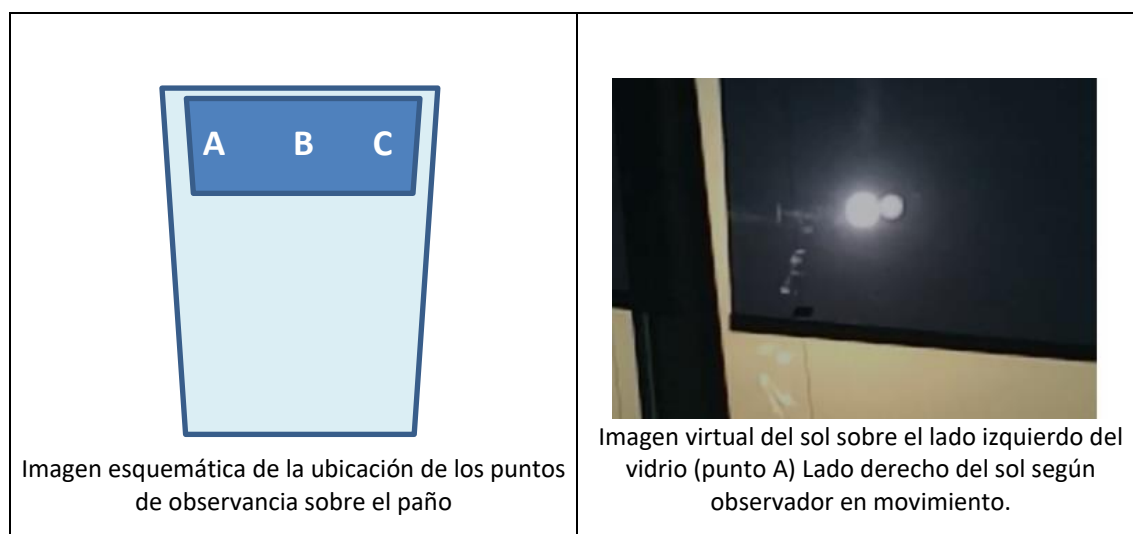
Imagen general de reflejos de día de una luz
cercana. Se observan las reflexiones sobre cada
cara de los vidrios

4.7.6 Relativos a otras imágenes externas

Durante las observaciones con luz de día se visualizaron varios fenómenos ópticos sobre los vidrios del fanal. Las principales observaciones se resumen a continuación:

- A una altura del orden de 65° en dirección este, sobre límite de terminación de los vidrios V21 y V22, se visualizó y filmó (desde el centro de mando del área de operaciones) el recorrido del Sol, desplazando la cámara de izquierda a derecha sobre todo el ancho del cristal V21. Con ello se pudo determinar, que el sol presentaba una imagen virtual al inicio del ensayo, sobre el lado derecho de la imagen real del Sol, en posición A (lado izquierdo del vidrio), para luego al desplazar la cámara observar que la imagen virtual se desplazaba hasta el centro ubicándose en posición B, para finalmente, continuando con el movimiento la imagen virtual terminar del lado derecho del paño en posición C.
- Las imágenes virtuales del sol (posiciones A, B y C) se evidenciaron también en la puesta del sol al observar las posiciones A, B y C sobre los vidrios V20 y V21
- Por otra parte se observaron en condiciones diurnas, sobre una altura aproximada de los 10° , los efectos de la bruma y polvo en suspensión de la atmosfera circundante determinándose la no influencia de los mismos sobre la aparición de las imágenes virtuales.
- Un tercer análisis sobre las reflexiones, se evaluó la imagen reflejada sobre los vidrios V02, V03 y V04, en función de la refracción de la imagen del Sol, en el vidrio V21, esa reflexión muestra, también la imagen virtual sobre el sector izquierdo de la real, muy cerca del portante final del vidrio V02, repitiendo el estándar producido en la visión directa.

Las siguientes imágenes son representativas de lo descripto





4.7.7 Relativas a determinaciones de inclinación

Con objeto de comprobar todos los detalles morfológicos de los vidrios instalados en el fanal de la Torre de Control del Aeropuerto Jorge Chávez-AIJCH- se toman una serie de medidas físicas de aquellos, que permitan desechar errores de montaje.

Se tomaron tres medidas en cada ventana, la primera a 10cm del borde izquierdo, la segunda en el centro del vidrio y la tercera a 10cm del borde derecho. Todas ellas a 10 cm de la base de la ventana. Los datos obtenidos, expresados en grados, son los siguientes:

Ventana	01	02	03	04	05	06	07	08	19	10	11	12
Izqda.	15,2	14,9	14,9	14,8	14,6	14,8	15,3	15,1	15,3	15,4	15,3	15,2
Centro	15,3	15,4	15,3	15,2	15,4	15,3	15,4	15,4	15,5	15,6	15,4	15,5
Dcha	15,5	15,5	15,1	15,2	14,8	15,5	15,3	15,4	15,6	15,5	15,4	15,6
	0,3	0,6	0,4	0,4	0,8	0,7	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1	0,4

Ventana	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Izqda.	15,3	15,2	15,2	15,3	15,0	15,3	15,0	15,1	14,9	14,9	14,8	15,3
Centro	15,7	15,7	15,6	15,8	15,3	15,8	15,7	15,6	15,6	15,5	15,2	15,2
Dcha	15,6	15,7	15,3	15,4	15,6	15,6	15,4	15,5	15,5	15,8	14,7	14,5
	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,5	0,7	0,9	0,4	0,3

De los datos mostrados se observa que la máxima desviación es 15, 8º por exceso y 14,5º por defecto.

4.7.8 Relativas a determinaciones de radiación solar

Una de las situaciones que se analizaron corresponde a la cantidad de radiación solar que los vidrios son capaces de filtrar dentro de un rango posible .El valor externo medido a las 16 30 hs del día lunes 3 de Julio de 2023, rondaba en radiación directa , 1.150 W/m² en el exterior. Mientras que las detecciones internas en forma también directa, sobre la perpendicular al Sol, daban del orden de 190w / m².

Estos valores, estarían dentro de la transmitancia de un vidrio con propiedades de absorción y reflexión exigidas en torres de todas formas (como ya se presentó en el apartado 4.7.5 del presente informe) se observan las múltiples reflexiones existentes

dentro reflejados por los propios vidrios del fanal que resultan molestas para la observación directa tanto a pista como a calles de rodaje.

4.7.9 Relativas a determinaciones de tensiones

Por otro lado, la técnica empleada en los Vidrios para comprobar tensiones por compresión ya sea por acción de los sistemas portantes como por acción de la estructura intrínseca del vidrio, fue analizada en algunos sectores por polarización directa con luz blanca.

Se tomaron tres medidas en varias ventanas, la primera a 10cm del borde izquierdo, la segunda en el centro del vidrio y la tercera a 10cm del borde derecho. Todas ellas a 30 cm de la base de la ventana.

En todos los casos se detectaron tensiones en los vidrios analizados.

Las imágenes que a continuación se presentan muestran lo descrito



Imagen general sin procesar

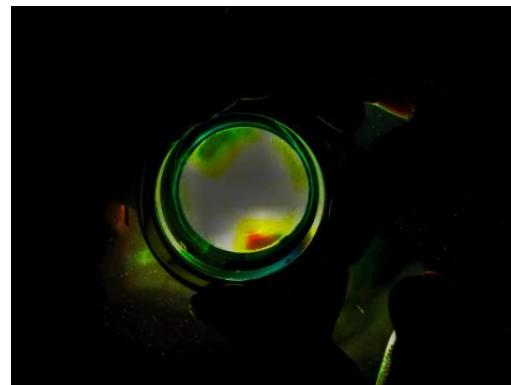
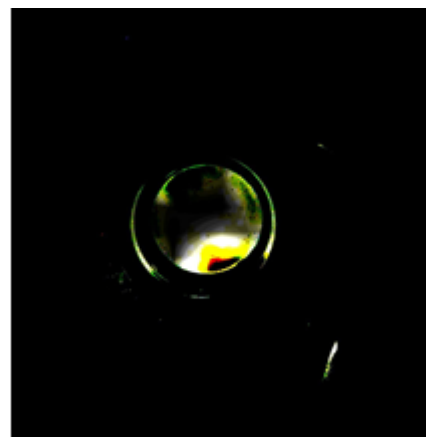


Imagen general procesada Se visualizan áreas de tensión internas o externas



Imagen de las variaciones de tensión en los Vidrios V24,V01,V02 y V03 en cada uno de los puntos A,B y C



Patron nsemejante de referencia sobre el Vidrio V3

4.8 TRABAJOS EN GABINETE

La actividad se centró en los siguientes ejes de estudio:

- Análisis físico óptico, centrado en encontrar las razones físicas ópticas por la cual se dan los fenómenos de imágenes virtuales y el de desplazamiento de las mismas.
- Análisis de la documentación técnica disponible, centrado solo en aquella documentación específica que hace a la problemática bajo estudio.

4.8.1 Análisis físico óptico y resultados

Con el fin de dar precisiones se procede a realizar un breve resumen de lo observados en sitio.

Las observaciones efectuadas diurnas, y nocturnas, permitieron comprobar el efecto óptico de la doble y triple imagen especialmente en las actividades de aproximación y aterrizaje de aeronaves en la pista 16L a través de los Vidrios V 23- 24-01-02-03-04 como se hizo referencia en el punto 4.7.2 del presente documento.

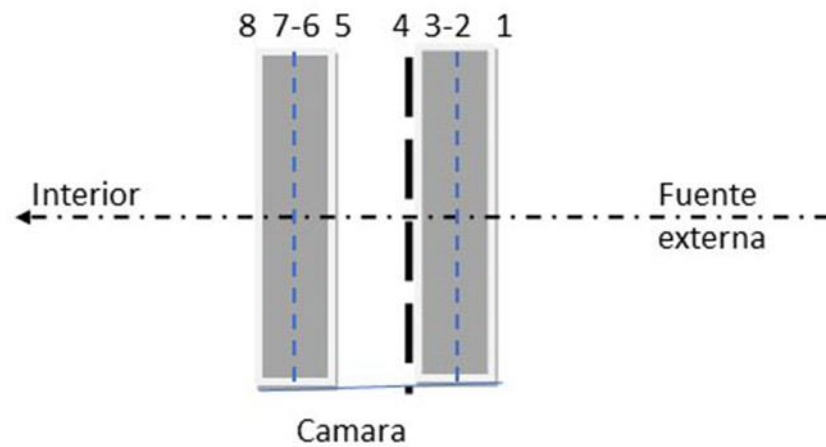
Las observaciones diurnas fueron realizadas, con la observación del disco solar a través de los vidrios V21-V22-V23, estando este a una altura de aproximadamente 20°, horas antes de la puesta sobre el horizonte del lugar. La doble imagen o imagen virtual, tanto nocturna como diurna, se evidencio separada de la real, en absolutamente todas las observaciones, manteniéndose esta, a una distancia de la imagen real en cada caso, según la posición del observador dentro de la zona de control. Ver punto 4.7.6 imágenes externas.

Por otro lado, la visualización de una tercera imagen, era perfectamente observable, según la intensidad de la iluminación de la fuente de luz real. Este fenómeno tanto de la doble como la triple imagen se pudo determinar además con sistemas de mono y binoculares por el ET.

Se apreció además que en las calles de rodamiento las luces de los vehículos de apoyo, tenían la misma imagen virtual (según punto 4.7.4 Relativo a imágenes virtuales sobre luces fijas) En algunos casos la confusión fue mayor ya que, los vehículos quietos eran visualizados con alguna imagen virtual muy cerca y daban la impresión de ser otro vehículo cercano también detenido

Respuesta a este problema de imagen virtual

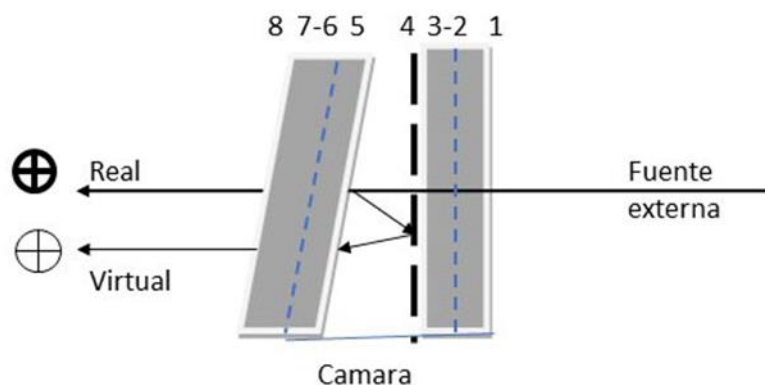
Los vidrios del muro cortina de la torre, son del tipo insulado (doble acristalamiento), es decir de doble acristalamiento como se muestra en la figura siguiente según consta en la descripción del tipo de vidrio instalado (Pag.10 del informe C-LAP-ADP-MTC-2023-1783)



Esquema de acristalamiento doble con cámara de Argón y antirreflex

Este tipo de sistemas de ensamble consta de dos vidrios exteriores (1-4), unidos por dos capas de PVBa (2-3), luego una zona de cámara con Argón (A) y la réplica de los dos vidrios (5-8) ahora colocados hacia el interior de la cabina, con PVB (6-7). Posee este sistema de acristalamiento, una sola lamina de depósito antirreflex Sunguard SNX60 E,(AN), en la cara 4 del primer vidrio (según informe de instalación citado anteriormente).

Por las propiedades ópticas de esta configuración, todo tipo de radiación incidente provocará sobre ella una doble o triple imagen virtual dependiendo de la intensidad de la luz emitida. Las causas de este tipo de distorsiones ópticas, son perfectamente conocidas, el no paralelismo de los vidrios ensamblados para generar el doble acristalamiento y la zona de cámara con presión diferente, dando una geometría prismática en el ensamblado óptico del sistema. Situación que se esquematiza a continuación.



Esquema de descripción básica de la doble imagen provocada por el no paralelismo de algunas o varias caras del doble vidrio

Todo haz de luz incidente en un vidrio monolítico e independiente del ángulo de posición del vidrio 15° , dará una imagen real, sin imágenes virtuales, con un observador en la perpendicular de observación. Ante volúmenes tan grandes de vidrio (8 m² de área) y cámaras de separación (en este caso, del orden de los 20 mm), tendremos ópticamente siempre una doble o triple imagen. El paralelismo de estas estructuras puede tener errores del orden de 5 a 8 minutos de arco, naturales por construcción.

Los valores de separación de la imagen real, de la virtual, no deberían superar los 4 minutos de arco, en observaciones a dos metros de distancia y con el objeto en el infinito. En nuestro caso la separación lineal a la distancia de 4 metros de observación fue del orden de 12 minutos de arco (imagen del Sol en zona central del panel de vidrio).

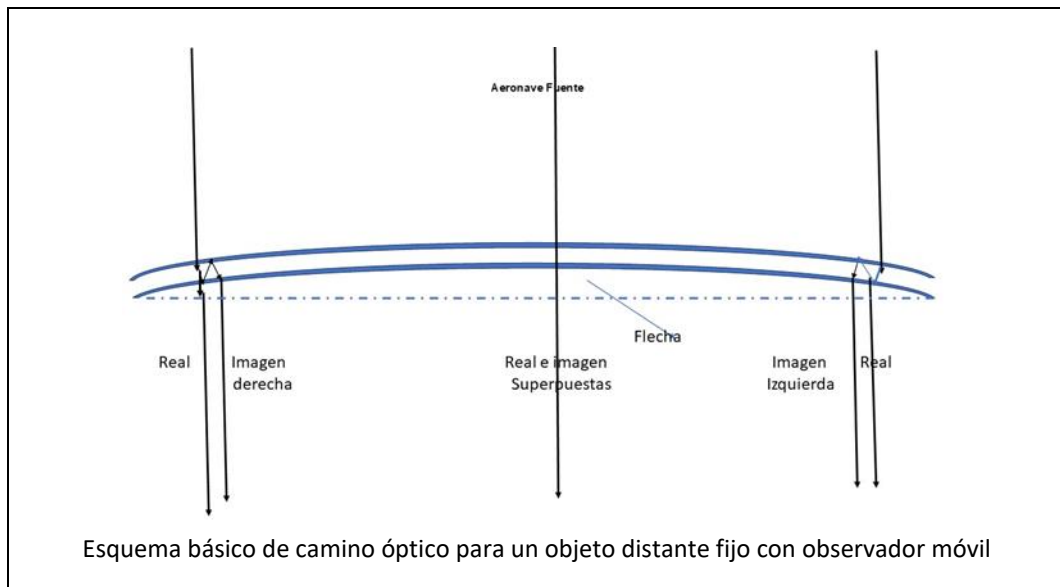
Traslado de la imagen virtual

Si bien el problema crucial de la observación es la doble imagen, en la experimentación llevada a cabo, se observó un fenómeno óptico más complejo sobre cada uno de los vidrios del fanal (V24).

Este hecho consistió en la observación a lo largo del vidrio tanto de una aeronave en aproximación como en las imágenes del Sol y de la luna, un salto o desplazamiento de la imagen virtual de la izquierda a la derecha de la real, al recorrer tanto el objeto como el operador todo el ancho del Vidrio. En los Puntos 4.7.4 y 4.7.6 del presente informe técnico, se puede analizar el proceso por el cual la imagen del Sol virtual inicia a la derecha de la real, sobre el borde izquierdo en observación perpendicular y centrada sobre la sala de comandos.

Esta información permitió la evaluación de los hechos a través de observaciones nocturnas, con aeronaves en aproximación, detectando que a lo largo de todo el recorrido de dichas aeronaves que, si bien eran dobles o triples como explicamos antes, éstas se iban moviendo de un lado a otro, conforme la aeronave se acercaba a la pista y durante todo el aterrizaje.

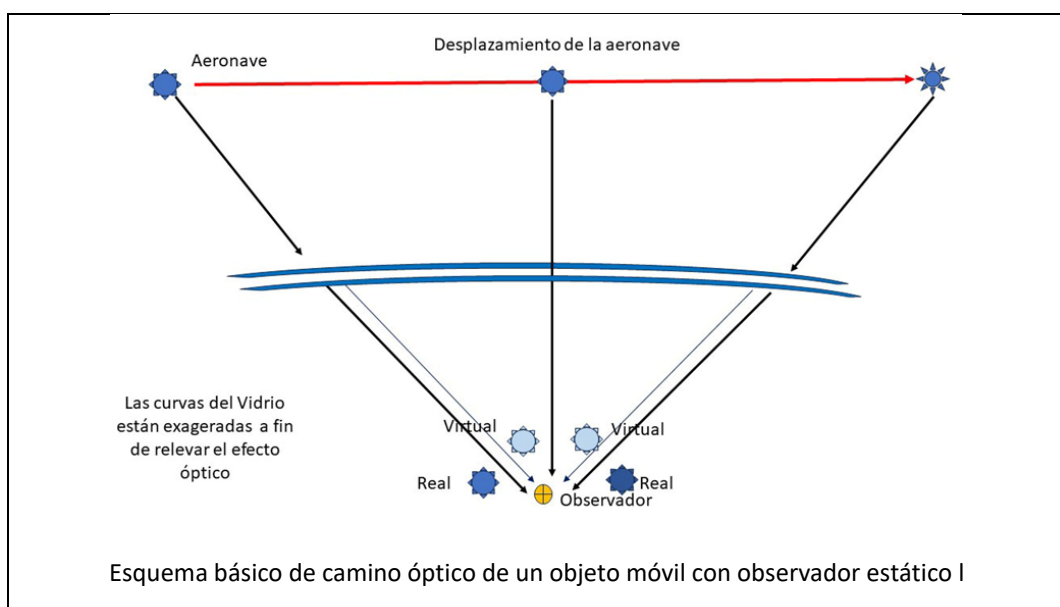
Analizando el fenómeno y estudiando las propiedades ópticas y geométricas de las curvas del paralelismo entre los vidrios del doble acristalamiento, se llegó a la conclusión que este fenómeno, es producido por la suave forma curvada de los vidrios que conforman el cada panel. Siendo este fenómeno constante en cada uno de ellos. En la siguiente figura se describe gráficamente el camino óptico ante una curvatura de un sistema de acristalamiento como es el de los vidrios del fanal de la Torre, cuando es el observador quien se desplaza mientras observa un punto en el infinito (como es el caso del sol o bien, de noche, cuando se visualiza una aeronave iniciando aproximación y es el observador quien se desplaza)



Este ensayo simple permite confirmar la existencia de la deformación (curvatura) del vidrio en su plano horizontal de visión.

Por otro lado, si se visualiza a través de uno de los vidrios del fanal, el movimiento de una aeronave aterrizando por pista 16L **se observa y observará** (para observador estático), que la imagen virtual se desplaza de delante de la aeronave (izquierda del observador) a detrás de las aeronaves (derecha del observador).

Los fenómenos ópticos producidos por variaciones en la curvatura son perfectamente visibles a la luz de la longitud de onda con que observamos (pico máximo en 500 nanómetros), lo que hace que cualquier variación de decimas de milímetros en la curvatura, sea perfectamente visible como salto de imagen



En este contexto vale mencionar que las pruebas prácticas con polarimetría, (polarizador y analizador) realizadas sobre los vidrios en diferentes puntos de observación, mostraron

variaciones de tensiones sistemáticas en todos ellos y compatibles con el fenómeno antes descripto.

4.8.2 Análisis de la documentación técnica y resultados asociados.

Este DCI-ET recibió del EDADGAC la siguiente documentación:

- **Proyecto de ampliación AIJCH - Plano de Ubicación de grúas** con número de referencia L_2100_CN_SKT_IP3_C00_CS_000004 de fecha 06 de diciembre de 2021

PROYECTO: PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHÁVEZ - newLIM		SUB-PROYECTO: LANDSIDE		DISCIPLINA: CIVIL		FECHA: 06/DIC/2021	
TITULO: UBICACION DE GRUAS		DRAWING N°: NL_2100_CN_SKT_IP3_C00_CS_000004					ESCALA: 1:1250 @ A1
							N° REVISIÓN: 1
PROYECTO	SUB-PROYECTO	FASE	TIPO	ORIGINADOR	DISC./SUB.DISC.	GR. FUNCIONAL	N° SERIAL

- **Documento con referencia C-LAP-ADP-MTC-2023-1793** de fecha 06 de julio de 2023 que incluye a su vez varios escritos:
 - a. Operación nocturna en la nueva torre de control del AIJCH de lima, Perú. Elaborado por la empresa de consultoría ALG en julio 2023 sin mención de fecha precisa.
 - b. Estudio de buenas prácticas en el diseño y ejecución de los vidrios para la cabina de una torre de control de tráfico aéreo. Elaborado por la consultora AERTEC de fecha 03 de julio de 2023.
- **Informe Técnico Especial Nº 109.** Revisión del Cumplimiento de las especificaciones técnicas y de la correcta instalación de los Vidrios del Fanal con número de referencia **CLS-145800-AE-ITE-109-0A**. Elaborado por CESEL-Ineco.
- **Archivo comprimido recibido a través de WE-Transfer** con un número significativo de documentos referentes a las especificaciones del Proyecto de Ejecución del Aeropuerto AIJCH y en particular del subproyecto 1200 - Edificios Lado Aire, de Mejoras del AIJCH-Aeropuerto Internacional Jorge Chávez. Una vez descomprimido el archivo recibido se obtienen los siguientes contenidos:

 Anexo 1
 2_CERTIFICADO_AIJC-CF-CSCI-388-21_FD_1200_ARQUITECTURA_A
 3_INFORME_01499-2021-JCA-GSF-OSITRAN
 4_NL_4000_FD_MDE_ACM_A00_DS_000001_MEMOGENERALARQUITECTURA
 5_NL_1200_FD_MDE_ACM_A00_DS_000003_MEMOENVOLVENTE
 6_MINUTA REUNION MM-000556
 7_1210-AAB1N-A11310-003_DistribucionGeneralPlanta.pdf
 8_RDT-145800-148-21-SUP_FD_WP2.1_Edificios Lado Aire_Arquitectura_1210

El Anexo 1 del cuadro anterior muestra a su vez una serie de carpetas:

 arquitectura
 contraincendios
 electricas
 estructura
 mecanicas
 sistema de infromación

Resulta evidente que el contenido objeto de interés de este informe se encuentra en la carpeta “Arquitectura” que contiene 62 archivos en formato pdf descriptivos de todos los detalles constructivos como escaleras, pintura o paneles de fibra con fines decorativos. El que aplica al caso es el archivo siguiente:

 NL_1200_FD_SPC_ACM_A00_TC_088000_GLAZING

En este contexto, se realizó una selección de los que aplican al caso de estudio.

Los epígrafes de esta sección llevan como denominador el mismo del documento original al que hacen referencia, de acuerdo con la siguiente identificación y nomenclatura:

- CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE PLANOS O DOCUMENTOS TÉCNICOS (AIJCH-CF-CSCI-388-21_FD_1200).
- INFORME JCA-GSF-OSITRAN_01499-2021-
- MEMORIA GENERAL DE ARQUITECTURA (NL_4000_FD_MDE_ACM_A00_DS_000001)
- MEMORIA DE ENVOLVENTE (NL_1200_FD_MDE_ACM_A00_DS_000003)
- MINUTA REUNION CORPAC-LAP-AECOM MM-000556
- DISTRIBUCIÓN GENERAL DE PLANTA MEZZANINE Y CABINA (NL 1210-AAB1N-A11310 003)
- REVISIÓN DOCUMENTO TECNICO CESEL-INECO EDIFICIOS LADO AIRE ARQUITECTURA (RDT-145800-148-21-SUP_FD_WP2.1_1210)
- GLAZING (NL_1200_FD_SPC_ACM_A00_TC_088000)
- INFORME TECNICO ESPECIAL Nº109 “REVISIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DE LA CORRECTA INSTALACIÓN DE LOS VIDRIOS EN EL FANAL

Los resultados relevantes se encuentran en el único anexo que forma parte indivisible del presente documento.

5 **OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES**

5.1 **RELATIVAS A TRABAJOS EN SITIO – VISUALIZACIONES ESPECÍFICAS**

Tema	Corresponde	Comentario
Imágenes Virtuales	Observaciones	Como observación concluyente podemos indicar que el fenómeno de doble o triple imagen (real + virtual/les) existe. Esta situación se da con mayor énfasis de noche. A su vez, estas particularidades pudieron ser visualizadas, independiente de la posición relativa objeto observador, en todas las aproximaciones y aterrizajes que el ET pudo analizar. Situaciones similares se dieron al observar vehículos en el área de movimientos y luces fijas terrestres. Asimismo, en el caso de objetos móviles, existe un fenómeno particular donde la imagen virtual pasa de lado derecho del objeto real al izquierdo, al transitar éste por un mismo vidrio, generando así un patrón de salto de la imagen virtual. Esta situación se repite en todos los paños del fanal. A su vez la imagen puede aparecer, en un mismo vidrio o en el contiguo, a la derecha o izquierda de la real según se ubique el observador dentro de la TWR. Esto daría una doble lectura en caso de tener dos observadores distanciados uno del otro. En este contexto la existencia constatada de imágenes virtuales, que acentuada por una incertidumbre posicional de estas, pudiera dar lugar a interpretaciones diferentes de una misma realidad en el caso de coordinaciones entre el Controlador de Aeródromo y el Supervisor de la TWR, dado que sus estaciones de trabajo no comparten la misma alineación observador-vidrio-aeronave. Así mismo se pudo constatar que no existe influencia de la capa límite atmosférica sobre la presencia de las imágenes virtuales.
	Conclusiones	En este contexto, la conclusión concluyente es, en virtud de lo anteriormente indicado, que los vidrios del fanal no tienen las características optimas desde el punto de vista óptico para su uso en torres de control.
	Recomendaciones	Incrementar las observaciones in situ a los efectos de disponer de un mayor registro fotográfico y fílmico de respaldo que permita fortalecer los hallazgos realizados por el ET.

5.2 **RELATIVAS A TRABAJOS EN SITIO – VISUALIZACIONES ADICIONALES**

Tema	Corresponde	Comentario
Reflejos	Observaciones	Se pudo observar una cantidad significativa de reflejos internos sobre los cristales del fanal provenientes de las propias instalaciones y equipos, generando así diversas interferencias del campo visual. Algunas de estos reflejos se intensifican de noche (por ejemplo monitores) y otros en cambio desaparecen (por ejemplo, claridad del día reflejada en otros vidrios).
	Conclusiones	Los vidrios del fanal no tienen las características optimas desde el punto de vista óptico relativas a antirreflejos.
	Recomendaciones	Eliminar toda fuente de luz interior que genere reflejo, al tiempo de evaluar la posibilidad de colocar filtros antirreflejos mientras dichos vidrios sigan estando presentes en la TWR. Asimismo se recomienda analizar la posibilidad de acercar los puestos de control a los vidrios del fanal

5.3 RELATIVAS A TRABAJOS EN SITIO – DETERMINACIONES

Tema	Corresponde	Comentario
Inclinaciones de los vidrios	Observaciones	Se pudo determinar que los vidrios presentan inclinaciones del orden los 15º, con variaciones máximas del orden de 0,8º.
	Conclusiones	Los vidrios están colocados según esquemas de instalación.
	Recomendaciones	Sin comentarios.
Radiación solar Exterior / interior	Observaciones	Se pudo constatar que los vidrios presentan características aislantes térmicas al registrar valores de radiación directa de 1.150 W/m2 en el exterior y 190 W/m2 en el interior
	Conclusiones	Estos valores, estarían dentro de la transmitancia de un vidrio con propiedades de absorción y reflexión exigidas en torres
	Recomendaciones	Sin comentarios.
Tensiones en los cristales	Observaciones	Se pudo constatar la existencia de tensiones en los vidrios analizados.
	Conclusiones	Lo anterior hace presuponer que los vidrios presentan deformaciones mecánicas que se traducirán en deformaciones ópticas. La existencia de una suave curvatura puede ser la causante de esas tensiones
	Recomendaciones	Evaluar el origen de tales deformaciones determinando si las mismas provienen de la propia fabricación, de la estiba, del montaje o bien de los procesos de fijación y amarre.
Dimensiones cristales	Observaciones	Se observó un espesor de la cámara interior que llama la atención por su separación.
	Conclusiones	Esta separación conllevará errores de paralelismo entre los vidrios e incrementarán cualquier distorsión que los mismos tengan.
	Recomendaciones	Sin comentarios..

5.4 RELATIVAS A TRABAJOS EN GABINETE – ANÁLISIS FISICO OPTICO

Tema	Corresponde	Comentario
Imágenes virtuales	Observaciones	Es evidente que las imágenes virtuales (distorsiones ópticas) aparecen producto de las características físicas de los vidrios relativas al paralelismo y planitud de los mismos.
	Conclusiones	Se concluye que las imágenes virtuales provienen del efecto prisma que se dan en los cristales al no ser sus caras perfectamente paralelas, mientras que el desplazamiento de las imágenes tiene su origen en la curvatura de dichos vidrios. Es evidente entonces que los vidrios no presentan las características adecuadas. Asimismo se concluye que los efectos observados no pueden ser neutralizados o comenzados con filtros u otros elementos ópticos. En resumen, los vidrios del fanal no tienen las características óptimas desde el punto de vista óptico para su uso en torres de control y constituyen un peligro (en el contexto de la gestión de la seguridad operacional) que debe ser atendido y evaluado correctamente.
	Recomendaciones	Estudiar la posibilidad de eliminar físicamente las curvaturas de los vidrios. Estudiar además la posibilidad de realizar adecuación de conformación con el fin de asegurar el paralelismo de los vidrios. Evaluar la factibilidad de reemplazar dichos vidrios. Mientras tanto los inconvenientes detectados no sean solucionados, realizar, a través de un equipo multidisciplinario de expertos, una evaluación de seguridad operacional (ESO)

Tema	Corresponde	Comentario
		que permita asignar probabilidades y severidades en la matriz de tolerabilidad desarrolla por el estado en el marco del SSP (State Safety Programme) y del NASP (National Aviation Safety Plan) y del SMS (Safety Management Systems) del prestador de servicios. Con ello tomar las decisiones que se crean conveniente.

5.5 RELATIVAS A TRABAJOS EN GABINETE – ANÁLISIS DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Tema	Corresponde	Comentario
	Observaciones	Del estudio de la Documentación Técnica, disponible por este CDI-ET, no se adquiere evidencia de un requisitado específico ni para los vidrios, ni para las IGU (Insulated Glass Unit) del fanal de la Torre de Control, en base a las particularidades y solicitudes específicas a las que van a ser sometidos en el Control de Aeródromo, en cuanto a calidad, precisión e integridad de las observaciones a través de ellos. Del estudio de la Documentación Técnica no se adquiere evidencia de que ni los vidrios, ni las IGU, hayan sido sometidos a pruebas visuales específicas, similares a las de las condiciones del trabajo requeridas por el Control de Aeródromo.
	Conclusiones	Los vidrios y las iGU tienen un diseño de uso general en las que las propiedades visuales no priman sobre las de otro tipo.
	Recomendaciones	Investigar otros documentos que puedan hacer referencia a lo anterior a los efectos de ratificar o rectificar lo que aquí expresado.

Espacio intencionalmente dejado en blanco

6 ANEXO 1 – ANALISIS DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Esta parte del documento resume las principales puntos de observancia que este CDI-ET detectó en base a la lectura y análisis de los documentos aportados.

- CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE PLANOS O DOCUMENTOS TÉCNICOS (AIJCH-CF-CSCI-388-21_FD_1200)
- INFORME JCA-GSF-OSITRAN _01499-2021-
- MEMORIA GENERAL DE ARQUITECTURA (NL_4000_FD_MDE_ACM_A00_DS_000001)
- MEMORIA DE ENVOLVENTE (NL_1200_FD_MDE_ACM_A00_DS_000003)
- MINUTA REUNION CORPAC-LAP-AECOM MM-000556
- DISTRIBUCIÓN GENERAL DE PLANTA MEZZANINE Y CABINA (NL 1210-AAB1N-A11310 003)
- REVISIÓN DOCUMENTO TECNICO CESEL-INECO EDIFICIOS LADO AIRE ARQUITECTURA (RDT-145800-148-21-SUP_FD_WP2.1 _1210)
- GLAZING (NL_1200_FD_SPC_ACM_A00_TC_088000)
- INFORME TECNICO ESPECIAL Nº109 “REVISIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DE LA CORRECTA INSTALACIÓN DE LOS VIDRIOS EN EL FANAL

Espacio intencionalmente dejado en blanco

6.1 CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE PLANOS O DOCUMENTOS TECNICOS AIJCH-CF-CSCI-388-21_FD_1200)

Como puede observarse este documento certifica y aprueba un listado de planos y documentos técnicos por parte de OSITRAN con fecha 22/02/2021.

	CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE PLANOS O DOCUMENTOS TÉCNICOS <i>"SUPERVISIÓN DE LAS MEJORAS EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ"</i> - PROYECTO DE AMPLIACIÓN -				AIJC-CF-CSCI-388-21	
					Hoja 1 de 4	
					 Firmado por: SILVIA CAMARGO William Adjunto: FIE 00011584 hard Modulo Firma Digital Fecha: 08/10/2021 16:07:49 -0500	
DATOS DE LA DOCUMENTACIÓN REGISTRADA						
SUB-PROYECTO			ESPECIALIDAD		FECHA DE REGISTRO	SUPERVISOR
1200	AIRSIDE BUILDINGS		A	ARQUITECTURA	21/09/2021	CSCI
<i>Documento de Origen</i>			<i>Documentos de Observación precedentes</i>			
Número de correo LAP-PROJ-TRN-000240		Fecha: 22/02/2021	Informe N° RDT-145800-537-21-SUP			
PLANO / DOCUMENTO APROBADO						
Etapas : Etapa de Desarrollo 5 – Diseño Ingeniería Final (FD) Paquete: Paquete de Trabajo 2.1 – Edificios Lado Aire (WP2.1) Clasificación según PDT-PPI vigente: • Código: A-18-D110.01 • Funcionalidad: 100 "Lado Aire" • Denominación: Fase 1 (Aeródromo) • OC: 4400037163 Documentos técnicos:						
Número		Rev.	Título			

Entre los documentos que se muestran en el exhaustivo listado aprobado figura el siguiente:

NL_1200_FD_SPC_ACM_A00_TC_088000	3	SPECIFICATION OMNICLASS 22. WP2.1- 08 80 00 GLAZING
----------------------------------	---	---

Como se puede comprobar las especificaciones que se determinan en este archivo son analizadas posteriormente ya que se encuentra en un punto del listado anterior: "NL_1200_FD_SPC_ACM_A00_TC_088000_GLAZING".

6.2 INFORME JCA-GSF-OSITRAN Nº01499-2021

El objeto del documento de este epígrafe de fecha 08/10/2021 es emitir opinión respecto a la documentación técnica de la Supervisión Permanente, ejercido por el consorcio CESEL-INECO

INFORME N° 01499-2021-JCA-GSF-OSITRAN

A : **JOHN ALBERT VEGA VÁSQUEZ**
Gerente de Supervisión y Fiscalización (e)

Asunto : Etapa de Desarrollo 5 – Diseño de Ingeniería Final (FD), documentos de especialidad Arquitectura, del subproyecto 1200 - Edificios Lado Aire, Mejoras del AIJC.

Referencia : a) Carta TP.145800.1057.21.SUP (N.T.: 2021085295) del 21/09/2021
b) Carta TP.145800.1085.21.SUP (N.T.: 2021089340) del 04/10/2021
c) Número de Correo LAP-PROJ-TRN-000240, recibido el 22/02/2021

Fecha : 06 de octubre de 2021


Firmado por: SILVA
CAMARGO William
Alfredo FIR
00031594 Firm
Motivo: Firma Digital
Fecha: 05/10/2021
15:58:47 -0500


Firmado por: MELGAREJO
SANCHEZ Anita
Monica PAU
2003034844 post
Motivo: Firma Digital
Fecha: 07/10/2021
08:32:16 -0500

1. OBJETIVO:

Emitir opinión respecto a la documentación técnica de la Supervisión Permanente (Consortio Supervisor CESEL - INECO), sobre la revisión de los documentos de ingeniería del Paquete de Trabajo 2.1 – Edificios Lado Aire (WP 2.1), de la especialidad Arquitectura, del subproyecto 1200 - Edificios Lado Aire, correspondiente a la Etapa de Desarrollo 5 – Diseño de Ingeniería Final (FD) de las Mejoras del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (AIJC), presentado por la empresa concesionaria Lima Airport Partners SRL (LAP), mediante el correo electrónico de la referencia b).

En el listado de archivos aprobados figura el siguiente:

NL_1200_FD_SPC_ACM_A00_TC_088000	3	FD	SPECIFICATION OMNICLASS 22. WP2.1- 08 80 00 GLAZING
----------------------------------	---	----	---

El resultado que se muestra al final del Informe es el siguiente:

4. CONCLUSIONES

- Sobre el particular, se señala que se han analizado los documentos de revisión (RDT) y Certificado de Aprobación AIJC-CF-CSCI-388-21 que han sido formulados por el Consorcio Supervisor CESEL - INECO, como consecuencia se indica que se encuentran conformes, debido a que sus conclusiones y recomendaciones han sido emitidas en el marco del Contrato de Concesión y demás normas regulatorias vigentes.

- b. Por lo expuesto, es procedente la conformidad de los documentos técnicos (especificaciones técnicas) del Paquete de Trabajo 2.1 – Edificios Lado Aire (WP 2.1) de la especialidad Arquitectura del subproyecto 1200 - Edificios Lado Aire, relacionados a la Etapa de Desarrollo 5 – Diseño de Ingeniería Final (FD), sobre las Mejoras del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez.

5. RECOMENDACIONES:

- a. En tal situación y en virtud de lo establecido en el numeral 1.29) del Anexo 14 - Requisitos Técnicos Mínimos del Contrato de Concesión, se recomienda que la Gerencia de Supervisión y Fiscalización de conformidad a los documentos técnicos (especificaciones técnicas) indicados en el presente Informe, presentado por el Concesionario con los correos electrónicos de la referencia.
- b. Se comunique al Consorcio Supervisor CESEL - INECO sobre la conformidad de los documentos presentados, adjuntado debidamente firmado los documentos técnicos (especificaciones técnicas) y certificado de aprobación, a fin de proseguir con el trámite correspondiente.

Atentamente,

WILLIAM SILVA CAMARGO
Supervisor de Inversiones

MONICA MELGAREJO SANCHEZ
Jefe de Contratos Aeroportuarios (e)

Elaborado por: William Silva
N° trámite: 2021090302

Como puede comprobarse, se da conformidad de los documentos técnicos del Paquete de Trabajo 2.1_Edificios Lado Aire, especialidad Arquitectura del subproyecto 1200, entre los que figura el “h.NL_1200_FD_SPC_ACM_A00_TC_088000_GLAZING”.

Espacio internacionalmente dejado en blanco

En la primera página se menciona que ha sido elaborado por AECOM, que es la empresa diseñadora de la nueva AIJCH TWR según se especifica en el documento referencia “C-LAP-ADP-MTC-2023-1793” pg.42 como se muestra en la imagen inferior.

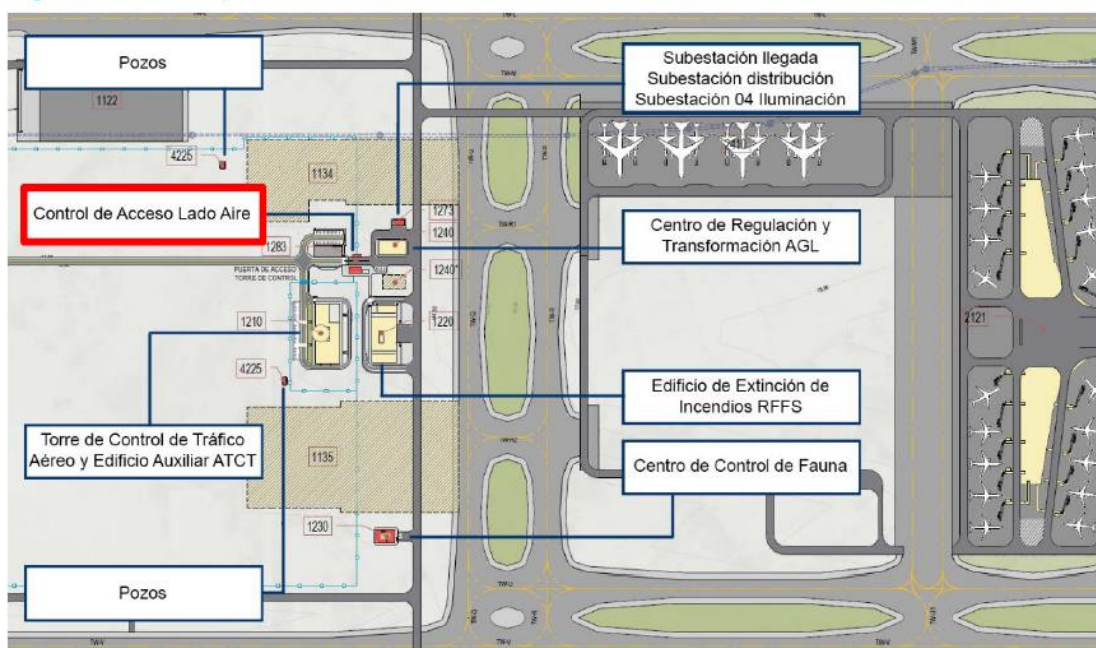
Anexo A – Tabla de definiciones

Elemento	Significado	Descripción
AAMA	American Architectural Manufacturers	Organización que representa a los fabricantes y proveedores de la industria de ventanas, puertas y productos relacionados en los Estados Unidos.
ADA	Asociación de Diseñadores de América	Organización profesional para diseñadores y profesionales del diseño en los Estados Unidos.
AECOM		Empresa norteamericana encargada del diseño de la nueva Torre de Control del Aeropuerto de Lima.

Según menciona en el apartado “Alcance”, el documento “Memoria General de Arquitectura” pretende explicar de forma genérica las bases del alcance del proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez. Asimismo aclara que se trata de una memoria específica y debe ser leída con el resto de las memorias, informes y documentación gráfica elaborada.

En la pg. 24 se comienza la descripción arquitectónica del edificio “Control de Accesos lado Norte”, contiguo a la TWR, como se observa en la imagen inferior.

Figura 3. Emplazamiento Edificio de Control de acceso Norte lado aire



Entre los párrafos descriptivos de las diferentes soluciones arquitectónicas se especifica las características de los cerramientos en muro cortina.

3. MUROS CORTINA

Se resuelve cerramiento de muro cortina en el frente de vidrio bajo la marquesina vehicular, y en las puertas de acceso, según las siguientes características:

PAÑOS DE MURO CORTINA EN ACCESO PRINCIPAL. El muro es un sistema *Stick* de montante y travesaño de aluminio acabado en PVDF con las siguientes características:

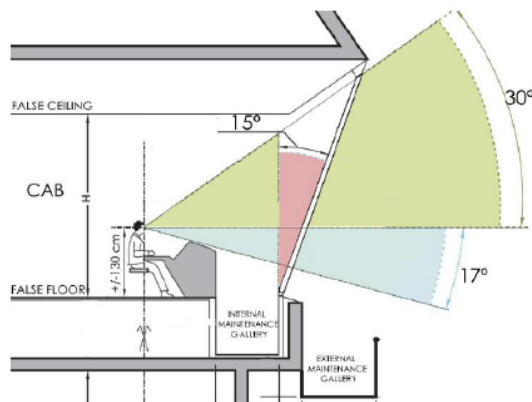
- Sección de vidrio:
 - Vidrio 8 mm
 - PVBacou 0.76 mm
 - PVBstd 0.76 mm
 - Vidrio 6 mm
 - Cámara Argón 20 mm
 - Vidrio 6 mm
 - PVBacou 0.76 mm
 - PVBstd 0.76 mm
 - Vidrio 8 mm
- Capa de bajo emisivo en cara 4
- Factor solar de 0.25
- Transmitancia lumínica de 58%
- Reflexión interior: máximo 10%
- Reflexión exterior: máximo 12%

El interés de incluir las características de los vidrios de edificios de servicios es poder comparar su naturaleza con la de los instalados en el fanal de la TWR. Es evidente que las solicitudes de ambos vidrios son muy diferentes, pudiéndose destacar entre otras:

- Nitidez y fiabilidad de las imágenes necesarias para personal operativo.
- Campo visual que observar.
- Decisiones tomadas en función de las imágenes observadas por ambos operadores.
- Efectos de errores de interpretación en personal operativo.
- Necesidad de alcance visual de ambos operadores.
- Tipo y velocidad de móviles a observar.

A partir de página 103 se realiza un exhaustivo proceso descriptivo de las diferentes unidades que conforma la TWR, siendo el objeto del presente documento de trabajo lo relativo a los vidrios del fanal.

Figura 75. Esquema visibilidad desde la cabina



El perímetro de la cabina se ha dividido en forma radial en 24 segmentos, 8 de ellos coincidiendo con columnas estructurales, de aproximadamente 23cm de lado; y siendo los otros 16 montantes secundarios de sección más pequeña, intentando reducir el máximo posible la perfilería. El tamaño de los vidrios se ha ajustado a esta división, y en los montantes principales que están diseñados con un perfil en H se pasa parte de las instalaciones.

El vidrio que se ha utilizado para este aérea está compuesto por una panel exterior con un vidrio laminado de 15.52 mm (8 mm de vidrio HS transparente + 1.52 un capa de SGP + 6mm de vidrio con un recubrimiento en la última cara de Low – E) un perfil de 20mm y un panel interior de 15.52 (8 mm de vidrio HS transparente+ 1.52 mm de capa intermedia acústica PVB + 6mm de vidrio HS transparente) que garantiza la insonorización y estanquidad de la cabina.

A modo aclarativo se incluye la siguiente información obtenida referente a las capas SGP¹

Vidrio laminado SGP es la abreviatura de vidrio laminado de capa intermedia SentryGlas Plus. Es una capa intermedia de alto rendimiento mundialmente conocida desarrollada por Dupont, que fue adquirida por Kuraray a fines de 2014.

Las características de la capa intermedia SGP son de alta resistencia. La capacidad de carga del vidrio laminado SGP es 2 veces mayor que la del vidrio laminado PVB, pero la desviación de flexión del laminado SGP es solo 1/4 del vidrio laminado PVB bajo el mismo espesor y condición de carga.

La fuerza de desgarro de capa intermedia SGP es 5 veces mayor que la película de PVB, incluso si el vidrio se rompe, el SGP también puede pegar el vidrio y formar una estructura temporal mientras mantiene una pequeña deformación por flexión, puede soportar una cierta cantidad de carga y la pieza entera de vidrio laminado no se caerá o deformar.

Igualmente menciona lo siguiente en lo referente a reflexiones

¹ [Vidrio laminado SGP VS Vidrio laminado DG41 MORN BM \(mornglass.com\)](https://mornglass.com/)

Dada la visibilidad y la altura que tiene la torre de control, el material escogido para la fachada cumplirá con los requerimientos pertinentes en materia de reflexión, para evitar deslumbramiento a los aviones, y para minimizar los problemas de reflexiones a las señales radioeléctricas de los sistemas aeronáuticos.

Se puede observar que no se menciona como criterio de diseño ni requerimiento de material nada referente a minimizar las reflexiones visuales de las imágenes observadas a través de los vidrios y sí, hace mención a otros tipo de requerimientos visuales y de reflexiones electromagnéticas.

6.4 MEMORIA DE ENVOLVENTE (NL_1200_FD_MDE_ACM_A00_DS_000003)

El documento y código de este epígrafe de fecha 24 de julio de 2020 (Fecha de primera versión 10/03/2020) lleva como título “**Memoria de Envolvente**”, Lado Aire Facility 1210 que se corresponde con la TWR.

Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM

MEMORIA DE ENVOLVENTE

LADO AIRE - FACILITY 1210

ISSUED FOR CONSTRUCTION – 24/07/2020


Jorge Napoleon Cardenas Maldonado
REPRESENTANTE LEGAL
AECOM

Claudio Pareja Kawashima
Control Documentario
LAP


Leticia Stella Cisaruk
Arquitecta
CAP N° 17289

Julio 24, 2020

Código:

Proyecto		Infraestructura				Fase		Tipo Doc.		Originador			Disciplina			Grupo		Número					
N	L	1	2	0	0	F	D	M	D	E	A	C	M	A	0	0	D	S	0	0	0	0	3

En la primera página se menciona que ha sido elaborado por AECOM, que es la empresa diseñadora de la nueva AIJCH TWR según se especifica en la referencia del epígrafe F del presente documento “F-Documentación Recibida, documento 2, pg.42”.

HISTORIAL DE REVISIONES					
Rev.	Fecha	Motivo	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
00	10/03/2020	Issued For Construction (WP2.1)	Mac Tan	Fernando Otero	Leticia Cisaruk
01	19/05/2020	WP2.1 IFC Rev1	Mac Tan	Fernando Otero	Leticia Cisaruk
02	24/07/2020	WP2.1 IFC Rev2	Mac Tan	Fernando Otero	Leticia Cisaruk

Se considera importante destacar lo definido en el punto 5.2.1. referente al desarrollo técnico de la Torre de Control y para ello se incluye la siguiente imagen

5.2.1 V3 - 1210 Torre de control de tráfico aéreo

Este informe comprende la descripción de la envolvente (coberturas y fachada) de los edificios de lado aire correspondientes al alcance general de la entrega Issued for Construction of Work Package 2.1 Rev2. En especial se centra en el cerramiento singular de la torre de control y describe otros elementos de cerramiento en coordinación con la Memoria General de Arquitectura.

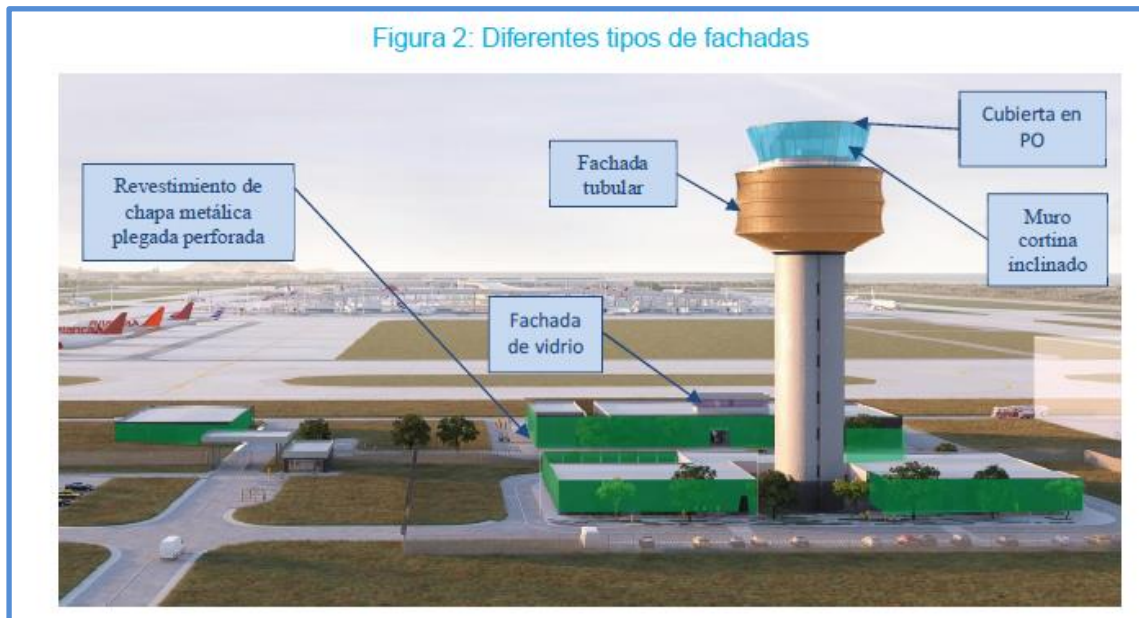
Figura 1: Imagen de la torre de control de tráfico aéreo y edificios auxiliares



Los tipos básicos de fachada son los siguientes:

1. Muro cortina de la torre de control
 - Sistema de muro cortina prefabricado inclinado

Como se puede comprobar, el objeto del informe analizado es la descripción de la envolvente de la TWR con especial interés en el muro cortina prefabricado inclinado, incluyéndose posteriormente una imagen más concluyente.



En la pg.22 del informe analizado, punto **5.2.1.1.2. “Diseño de la envolvente”** comienza definiendo las “Consideraciones Generales” en base a los siguientes factores:

- Coste
- Hermeticidad y estanqueidad
- Rendimiento térmico
- Aspecto estético
- Limitación de acceso
- Mantenimiento.
- Acústica
- Proceso de fabricación y puesta en obra

Como fácilmente se puede apreciar en los factores de diseño anteriores no figura referencia alguna a las propiedades visuales requeridas para una instalación tan particular y crítica como es el fanal de la TWR.

En la pg.29 punto **5.2.1.1.2.3.1. “Selección del vidrio”**, se mencionan las consideraciones de rendimiento, epígrafe donde se enumeran los parámetros óptico/visuales y térmicos tratados en el informe y el impacto sobre las capacidades visuales:

- I. **Transmisión de la luz.** Se expresan diferentes consideraciones en función diferentes tipos de vidrio laminado, llegándose a la conclusión que el muro cortina del fanal tendrá un 58% de transmisión de la luz visible.

- II. **Rendimiento térmico.** A este respecto se mencionan las características que ha de tener en la materia el vidrio a instalar y se especifica que en el caso de vidrio laminado se aplicará un revestimiento de baja emisividad en la cara #4.

A continuación, se incluye imagen del detalle particular

- **Rendimiento térmico** – Para lograr una baja ganancia térmica a través del vidrio y asegurar el confort térmico dentro de la cabina de la torre de control, se propone aplicar un revestimiento de baja emisividad en la cara interna del panel exterior del vidrio (superficie #2 en el caso del panel exterior monolítico, y superficie #4 en el caso del panel exterior laminado). También es esencial eliminar el riesgo de condensación en los paneles de vidrio, ya que esto interferiría con la visión exterior a través de los paneles de vidrio. Para ello, los paneles de vidrio serán de doble acristalamiento. La cámara de aire dentro del vidrio reduce el valor U de los paneles de vidrio. Entre el revestimiento de baja emisividad y la cámara de aire, el valor U de los paneles vidriados será de alrededor de $1,7\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{K}$ (o ligeramente inferior), que es el valor objetivo actual, a la espera de los resultados del proceso de modelización energética en curso. En cuanto al coeficiente de ganancia de calor solar (valor g), que corresponde a la proporción de calor infrarrojo solar que se deja pasar a través del vidrio, se adoptará un valor bastante bajo de 0,25 o menos, de nuevo a la espera de los resultados del proceso de modelización energética en curso.

Es preciso remarcar que el ítem referente a “Rendimiento térmico” no se hace mención alguna a completar el IGU-Insulated Glass Unit- con Argón.

- III. **Reflexión:** Entre las consideraciones analizadas se destaca en la pg. 31, lo siguiente:



Proyecto de Ampliación del
Aeropuerto Internacional Jorge
Chávez – newLIM

de control por la noche. Si las superficies de la unidad de vidrio aislante no son perfectamente planas y paralelas, entonces se verán una o más imágenes reflejadas cerca de la fuente de luz que se está viendo a través de la ventana. Este efecto es más evidente en la noche cuando se observan las fuentes de luz, lo que corresponde a una situación de alto contraste. Suele ser invisible durante el día porque la luminancia general del fondo elimina estas imágenes secundarias. Por la noche, estas imágenes secundarias pueden ser molestas, molestas y/o confusas dependiendo de la distribución de las fuentes de luz que se vean a través de la ventana y de las características de las imágenes. La separación angular de las imágenes y la intensidad relativa de las imágenes secundarias en comparación con la imagen de la fuente de luz primaria son los dos factores que se utilizan para caracterizar este efecto. Es muy difícil

De este texto, se ha resaltado donde se describe la naturaleza del principal, pero no único, problema existente actualmente en AIJCH TWR:

1. Que se verán una o más imágenes reflejadas cerca de la fuente de luz, debido a un NO PARALELISMO de las superficies de la IGU.
2. Que las imágenes secundarias pueden ser MOLESTAS Y/O CONFUSAS.

Un segundo problema también lo adelanta el informe, esto es, los reflejos de las fuentes de luz interiores al fanal sobre los vidrios de este, tal y como se muestra en el siguiente texto.

es a través de técnicas que mantengan las imágenes secundarias cerca (dentro de una separación angular especificada) de la imagen primaria. La segunda forma en la que la reflexión puede interferir con la visión de un controlador son las fuentes de luz dentro de la cabina (o la luz solar directa que entra en la cabina), que pueden causar reflejos perturbadores durante las operaciones diurnas o nocturnas. Los efectos de estas reflexiones pueden ser una pérdida de contraste de la imagen que se está viendo, un efecto de enmascaramiento de una imagen competidora o un resplandor. Las dos formas de mitigar estos efectos son reducir el

De hecho, el mismo informe expone la solución a estos problemas a continuación e indicando que la **reflexión de la luz visible máxima será de un 10%**.

perdida de contraste de la imagen que se está viendo, un efecto de enmascaramiento de una imagen competidora o un resplandor. Las dos formas de mitigar estos efectos son reducir el coeficiente de reflexión o diseñar la cabina de la torre de control para reducir o eliminar la probabilidad de que cualquier fuente de luz (artificial o natural, directa o indirecta) pueda producir un reflejo en la trayectoria de la visión de un controlador fuera de las ventanas de la cabina. La reflexión de la luz visible, que mide desde la superficie que se encuentra en el interior de la cabina de la torre de control, tendrá un máximo del 10 %.

- IV. **Nebulosidad:** En este punto se describen diferentes factores que pudieran deteriorar la calidad visual, llegando a la conclusión que el nivel de bruma máximo admisible es del 0'7%.
- V. **Múltiples imágenes:** Este es otro de los problemas que sufre la calidad visual desde el fanal de la TWR y el informe analizado proporciona detalles al respecto.

- **Múltiples imágenes** – El vidrio flotado templado es muy plano, y las dos superficies de los vidrios aislantes templados son normalmente muy paralelas entre sí. Esta es la razón por la que es poco probable que una sola hoja de vidrio flotado produzca un efecto de imagen múltiple, aunque tenga un porcentaje muy pequeño de reflexión. Sin embargo, los vidrios aislantes muy grandes que están compuestas de dos paneles de vidrio templado sufren del potencial de fuerzas mecánicas que hacen que las dos hojas de vidrio se doblen lo suficiente como para producir geometrías que causan múltiples imágenes. Específicamente, la

Para validar las características del vidrio requisitado se especifica que ha de superar la prueba de aseguramiento de calidad de la FAA para imágenes múltiples, prueba de la "L".

en Lima (es decir, cerca del nivel del mar). Esto asegura que la presión de aire dentro de la UGI sea igual a la presión de aire exterior después de la instalación. El vidrio aislado de la torre de control deberá superar los requisitos de la prueba de aseguramiento de calidad de la FAA para imágenes múltiples (la prueba "L"). La geometría de visualización para estas pruebas debe mantener la posición de visualización lo más cerca posible de la posición del generador de patrones de destino.

El ET-CDI, no dispone de resultados de ninguna de las pruebas mencionadas en este ítem.

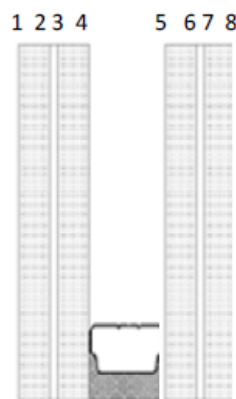
- VI. **Acústica:** Los requisitos que se exigen en esta característica los describe el informe en la imagen siguiente y especifica **que es necesaria la inyección de gas Argón** en la cámara interior de la IGU, para alcanzar el requisito de diseño R_w de 53dB para las fachadas de vidrio.

- **Acústica** – El panel exterior laminado se propone por razones de seguridad, ya que los paneles de vidrio se inclinan hacia afuera, así como para mejorar el rendimiento acústico de los paneles de vidrio. Además de lo anterior, la composición de vidrio propuesto es necesario para alcanzar un valor R_w de 53dB para las fachadas de vidrio. Este es un requisito muy estricto, que determina la composición general del vidrio. Para lograr este rendimiento acústico, el vidrio debe ser de doble acristalamiento, doble laminado (cristales interiores y exteriores), con espesores mixtos, una cámara de argón más amplio y dos capas intermedias acústicas.

En base a todas las consideraciones y requisitos anteriores, el diseñador define en la pg.32 del informe, la composición y disposición de los elementos que componen los vidrios para la Torre de Control de Tráfico Aéreo:

Sobre la base de las consideraciones anteriores y de los parámetros de rendimiento, se propone adoptar un vidrio aislado laminado de baja emisividad, tal como se describe a continuación.

Figura 15: composición de vidrio para la torre de control de tráfico aéreo



Vidrio exterior: 15,52 mm de vidrio laminado (8 mm de vidrio transparente HS + capa intermedia de PVB acústica de 0.76mm + capa intermedia de PVB de 0.76mm + 6 mm de vidrio transparente HS con revestimiento de baja emisividad en la superficie # 4)

Separación: 20mm argón

Vidrio interior: Vidrio laminado de 15,52 mm (vidrio HS transparente de 6 mm + capa intermedia de PVB acústica de 0.76 mm + capa intermedia de PVB de 0.76mm + vidrio HS transparente de 8 mm)

U-value = 1.3W/m².°K

(véase el Anexo 3 para los cálculos del espesor mínimo del vidrio)

MEMORIA DE ENVOLVENTE
LADO AIRE - FACILITY 1210
CODIGO: NL_1200_FD_MDE_ACM_A00_DS_000003

aecom.com
32/97

Complementando los detalles del diseño constructivo de los vidrios, se menciona un detalle que parece de suma importancia y es que **“No se han considerado los recubrimientos antirreflejos debido a las limitaciones de tamaño”**

En este momento, no se han considerado los recubrimientos antirreflejos debido a las limitaciones de tamaño. Sin embargo, si las modulaciones de vidrio se ajustan hacia abajo, esto permitiría al equipo de diseño adoptar vidrios antirreflejos y mejorar aún más el rendimiento de los paneles de vidrio para la cabina de la torre de control. Los tipos de vidrio típicos que son compatibles con los requisitos del proyecto incluyen los siguientes:

- Viracon VNE24-53
- Guardian SNX 51/23
- AGC ipasol neutral 50/27
- Saint Gobain Cool Lite Xtreme 50/22

En la imagen anterior se muestra la posibilidad de que el equipo de diseño pudiera adoptar vidrios antirreflejos y mejorar el rendimiento de los paneles de vidrio del fanal.

Este CDI-ET, en base a la documentación recibida, no dispone evidencias de que se hayan tomado medidas mitigadoras al respecto.

Por otro lado, el informe estudiado en este epígrafe (5_NL_1200_FD_MDE_ACM_A00_DS_000003_MEMO ENVOLVENTE) expone en la página 47, punto 5.2.1.1.2.8. las características técnicas de diseño del “Muro cortina del Edificio Auxiliar” y tras una serie de consideraciones alcanza la siguiente decisión de diseño: “Dado que el rendimiento acústico de esta envolvente es similar a la de la Torre de Control, la composición del vidrio tendrá que ser la misma para este edificio”.

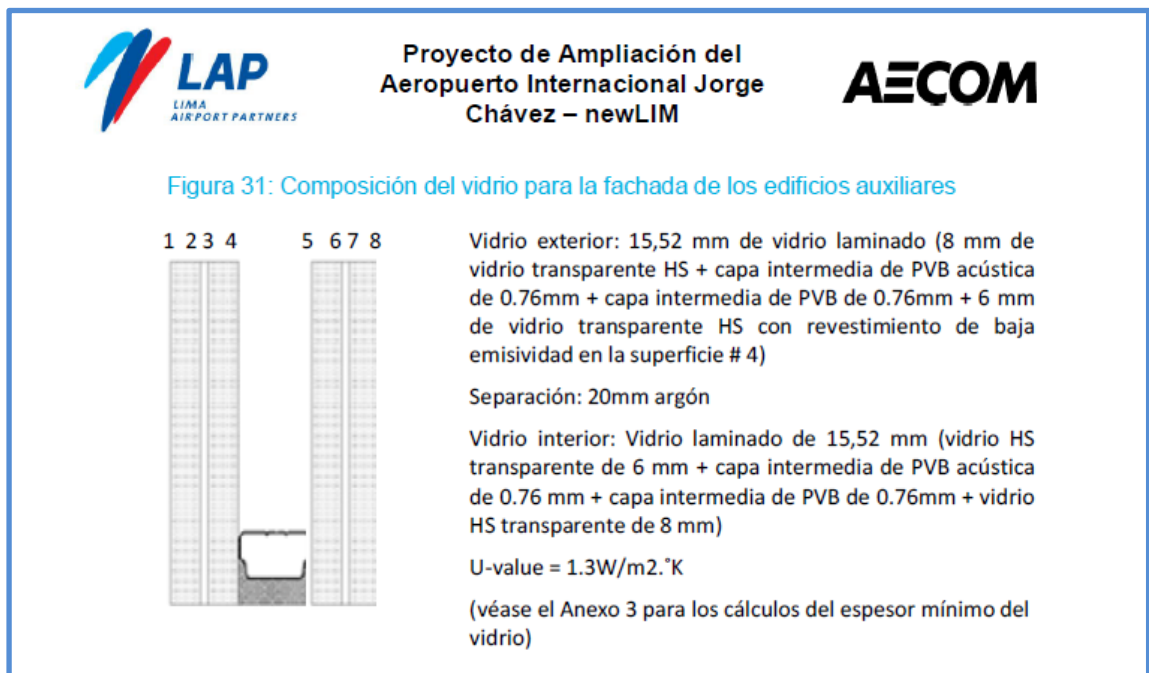
5.2.1.1.2.8 Muro cortina del Edificio auxiliar

Se prevé que el rendimiento técnico de este sistema de paredes será muy similar al de la envolvente de la Torre de control, con la excepción de que será un sistema “stick”, y que la carga del viento, que sería menor para esta estructura (1,65kPa en lugar de 2,25 kPa). Las dimensiones de los montantes y travesaños serán 130 mm x 50 mm y 110 mm x 50 mm respectivamente.

Los acabados también serían los mismos (PVDF al externo, recubrimiento de polvo al interno). En teoría, el espesor del vidrio se puede ajustar ligeramente hacia abajo, ya que el vidrio no está inclinado y la carga del viento es menor. Sin embargo, dado que el rendimiento acústico de esta envolvente es similar al de la torre de control, la composición de vidrio tendrá que ser la misma para este edificio.

Sobre la base de las consideraciones anteriores y de los parámetros de rendimiento, se propone adoptar un vidrio aislado laminado de baja emisividad, tal como se describe a continuación.

A continuación, se muestra la composición y disposición de los elementos de los vidrios para la fachada de los edificios auxiliares.



Este ET-CDI desea hacer constar que merece una reflexión, la decisión de que los vidrios de TWR sean los mismos que los de edificios auxiliares por las siguientes razones:

- Las solicitudes requeridas por tamaño e instalación.
- Requerimientos de calidad visual en nitidez y alcance.
- Estabilidad de las imágenes.
- Rendimiento.
- Dificultad de reposición en caso de rotura o deterioro.

Este CDI-ET detecta una no coincidencia en la composición de los vidrios del fanal de la TWR entre los documentos “Memoria General” y “Memoria Envolvente” en lo referente a la capa intermedia entre #3 y #4 ya que el primero define que ha de estar constituida de SGP (Sentry Glass Plus) y el segundo de PVB (Butiral de Polivinilo).

Espacio intencionalmente dejado en blanco

6.5 MINUTA REUNION CORPAC -LAP-AECOM MM-000556

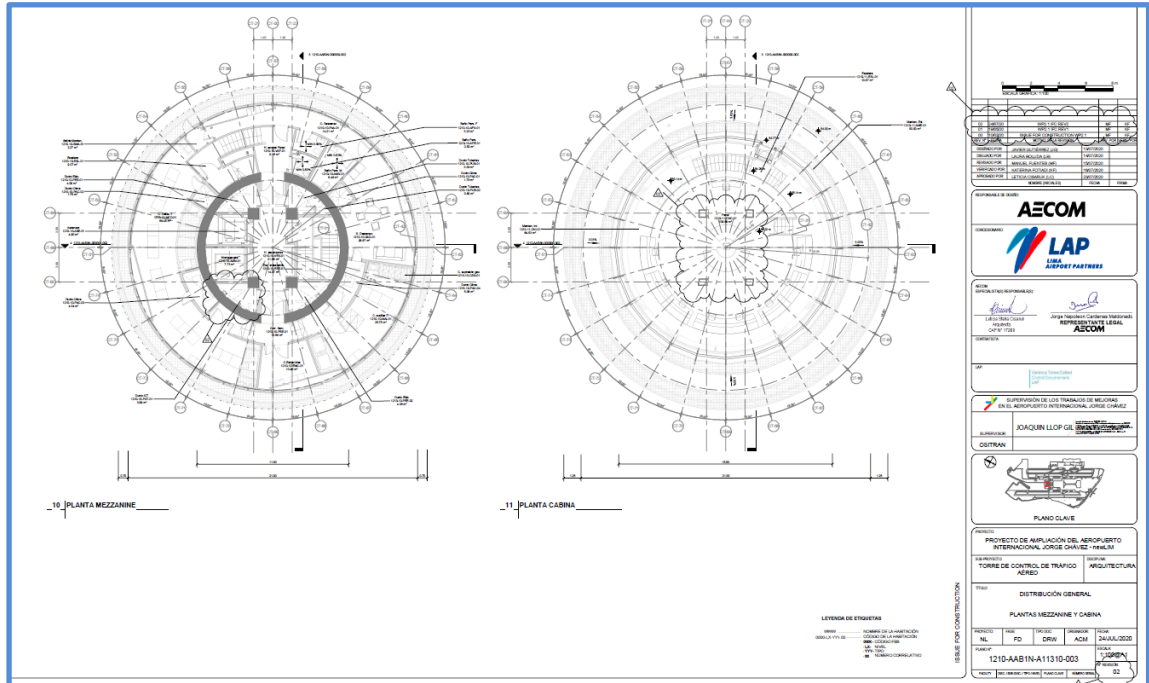
La reunión, reflejada en el acta de referencia, se desarrolla entre AECOM y LAP en fecha 26/03/2020 y no trata asunto alguno referente a los vidrios del fanal de acuerdo con la imágenes inferiores en las que se expone la agenda tratada.

Minutes of Meeting	
MM-000556	
	
DISCLAIMER This record reflects the interpretation of the person who prepares it, about the topics discussed and the actions that emanate from them. Your agreement that the minutes constitute a faithful record of the topics discussed will be taken for granted, unless comments are received indicating the contrary within 48 hours after the issuance of the minutes. Notwithstanding the foregoing, the Parties agree and expressly state that no topic recorded in these minutes of meeting may modify the terms and conditions set forth in any Contract, nor result in a modification of the Scope of Work. Consequently, the Parties expressly waive the right to claim from the other Party any right or fulfillment of any obligation by virtue of the topics recorded in these minutes of meeting, which are contrary to the terms and conditions established in the Contracts or the Scope of Work established in the Contracts. Este registro refleja la interpretación de la persona que la realiza, acerca de los temas discutidos y las acciones que emanan de ellos. Se acuerda que las actas constituyen un registro fiel de los temas discutidos y se dará por sentado, a menos que se reciban comentarios que indiquen lo contrario dentro de las 48 horas posteriores a su emisión. Sin perjuicio de lo anterior, las Partes acuerdan y declaran expresamente que ningún asunto registrado en esta minuta de reunión podrá significar una modificación de los términos y condiciones establecidos en los Contratos, ni una modificación del alcance de los trabajos establecido en los Contratos. En consecuencia, las Partes renuncian expresamente a reclamar a la otra Parte algún derecho o el cumplimiento de alguna obligación en virtud de los asuntos registrados en esta minuta de reunión, que sean contrarios a los términos y condiciones establecidos en los Contratos o al alcance de los trabajos establecidos en los Contratos.	

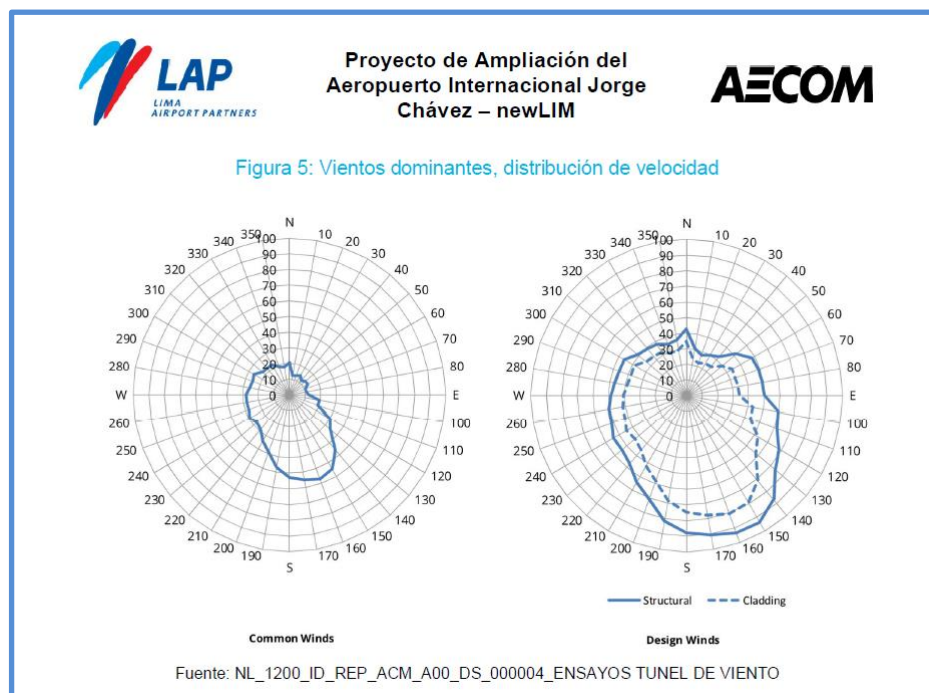
MM-0XXX / Meeting Title: CORPAC- CNS/ATCT N°16			
Agenda:			
1. Consultas de Arquitectura Fanal 2. Consultas antenas MLAT 3. Respuestas pendientes de CORPAC 4. Otros			
Project Name	newLIM	Type of Meeting	External
Meeting Organizer	LAP	Record Number	MM-556_Rev.2
Date of Meeting	26/Mar/2020 09:00 AM	Previous Record	
End Time	26/Mar/2020 11:30 AM	Meeting Frequency	Other
Date of Next Meeting		Location	Remote concefence (MS Teams)
Responsible Group	Design		

6.6 DISTRIBUCION GENERAL PLANTA MEZZANINE Y CABINA (1210-AAB1N-A11310 003)

Plano descriptivo de la distribución de las plantas superiores de la TWR, sin detalles referentes a las características técnicas constitutivas de los vidrios del fanal.



En el documento proporcionado "Memoria Envolvente" se observa en el punto 5.2.1.1.1.1. "Condiciones climáticas de diseño" un mapa de viento dominante que se incluye a continuación.

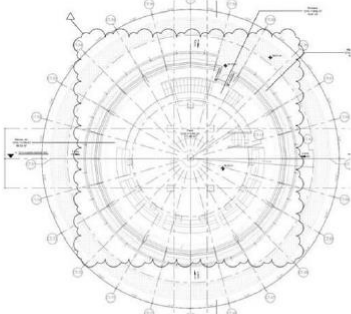


Analizando los datos mostrados en la imagen anterior se desprende que la RWY16L/R es la pista en uso principalmente. En base a esta configuración operativa, llama la atención de este CDI-ET la posición relativa de los puestos de control frente a las pistas 16L y 16R que son las de mayor uso.

Esto, independiente de las características de las imágenes virtuales y siguiendo los modelos de James T. Reason, constituye una ventana de oportunidad. Se sugiere entonces se replantee la ubicación relativa de los controladores conformando así una defensa en los modelos de riesgo que se analicen.

En dos informes de la documentación recibida se hace referencia a este particular y se incluyen a continuación:

- MINUTA REUNION MM-000556

Minutes of Meeting		
MM-000556		
		
Meeting Notes		
No.	Topic	Notes
001	Fanal Arquitectura	CORPAC está de acuerdo con el diseño de la cabina y el último corte de la escalera mostrado. LAP enviará a CORPAC la última revisión de los planos de Arquitectura presentados por AECOM para su revisión y comentarios.  <i>[Nota posterior a la reunión: Los planos de Arquitectura y modelo 3D de la ATCT fueron compartidos a CORPAC el 27Mar].</i>

- RDT-145800-148-21-SUP_FD_WP2.1_Edificios Lado Aire_Arquitectura_1210

8	1210-AAB1N-A11310-003	• Con respecto a la distribución de los puestos de los controladores esta Supervisión no está de acuerdo, debido a los puestos no están orientados hacia ambas pistas. Pero LAP ha presentado un acta donde CORPAC está de acuerdo con el diseño de la cabina de la torre de control, la cual se adjunta. • Revisar los puestos ubicados en el eje CT-65 y CT-73. Verificar que visión de estos puestos no se vea obstruida por las columnas. • Se debe de colocar líneas de vacío a los pases en piso (Huecos) para instalaciones • Enumerar pasos de la escalera.	B
---	-----------------------	---	---

6.7 REVISIÓN DOCUMENTO TÉCNICO CESEL-INECO EDIFICIOS LADO AIRE_
ARQUITECTURA RDT-145800-148-21-SUP FD WP2.1 1210

Documento de fecha 24/03/2021 que refleja una reunión de seguimiento del estado de las obras y supervisión de la ejecución de mejoras en el aeropuerto internacional Jorge Chávez.

	SUPERVISIÓN DE LA EJECUCIÓN DE MEJORAS EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ (AIJC)
REVISIÓN DEL DOCUMENTO TECNICO	
DOCUMENTO: RDT-145800-148-21-SUP	
PREPARADO:  LAURA CSIRKE CHAU ARQUITECTA C.A.P. 016344 Fecha: 24/03/2021	APROBADO: JOAQUIN LLOP GIL  Firmado digitalmente por JOAQUIN LLOP GIL. Nombre de reconocimiento (DN): email=joaquin.llop@ineco.com, cn=JOAQUIN LLOP GIL, givenName=JOAQUIN, st=LLOP GIL, serialNumber=CE0011374638, l=SAN ISIDRO, st=LIMA - LIMA, title=JEFE DE SUPERVISION, ou=SUPERVISION DE LA EJECUCION DE MEJORAS EN EL AIJC, ou=Issued by SOFITNET (PE) L, 2.5.4.97=2096582998, o=CONSORCIO SUPERVISOR CESEL - INECO, c=PE Fecha: 2021.03.25 18:26:59 +01'00' Fecha: 24/03/2021

Del listado ítems revisados en la reunión, el acta muestra en la pg.9 dos ítems, con números 45 y 46, referentes a la composición de los vidrios y al tipo de aislamiento.

La redacción del acta es confusa ya que el texto escrito dice “Aislante término”. Este CDI-ET entiende que se refiere al “Aislante térmico”.

45	1210-AAM5N-000000-035	Descripción de vidrio de muro cortina no coincide con lo indicado en especificación técnica: NL_1200_FD_SPC_ACM_A00_TC_088000. Ítem 4.8.1	B
46	1210-AAM5N-000000-036	- Indicar el tipo de aislante termico a usar en acabado exterior, en detalle 1 y en sección A-A - Indicar puente térmico en detalle.	B

¹ B = Proceder y Presentar en siguiente Fase

² C = Corregir y Presentar Nuevamente

En la pg.10 de dicho documento también se menciona la composición de los vidrios

47	1210-AAM5N-000000-037	Descripción de vidrio de muro cortina no coincide con lo indicado en especificación técnica: NL_1200_FD_SPC_ACM_A00_TC_088000. Ítem 4.8.1	B
----	-----------------------	---	---

Para mejorar la comprensión se incluye a continuación lo especificado en el documento NL_1200_FD_SPC_ACM_A00_TC_088000_GLAZING

4.8 TIPOS DE SISTEMAS EN EL RESTO DE EDIFICIOS DE LADO TIERRA Y LADO AIRE

4.8.1 Sistema Tipo AVE-101 en muro cortina (incluido elementos practicables)

B. Propiedades:

17. Espesor total del paquete de vidrio: 51.04 mm
18. Espesores de capas de vidrio: 8 mm/6 mm
19. Capas exteriores: Vidrio termoendurecido (HS), 8 mm + 0.76mm butiral acústico PVB + 0.76mm butiral PVB + 6 mm
20. Cámara interior: 20 mm con argón
21. Capas interiores: Vidrio termoendurecido (HS), 6 mm + 0.76mm butiral acústico PVB + 0.76mm butiral PVB + 8 mm
22. Capa de baja emisividad (low-e coating): colocada en cara 4
23. Aislamiento acústico del paquete de vidrio $R_w(C;Ctr) = 53 \text{ dB } (-2;-6)$
24. Lámina de aislamiento acústico (PVB) tipo Saflex R, espesor 0.76 mm
25. Coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC): 0.25
26. Transmisión lumínica: 58%
27. Reflexión interior: máximo 10%
28. Reflexión exterior: máximo 12%
29. Transmitancia térmica U value: $1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$
30. Resistencia a viento: 2.25 kPa para torre y 1.65 KPa para resto de edificios.

Este equipo CDI-ET expone que en el documento “Memoria General”, se hace una descripción diferente de los vidrios de la TWR en la pg.111, en lo referente a la una de las capas aplicadas entre la #3 y la #4, indicándose que ha de ser de SGP. Esta característica es no coincidente con lo expresado en “Memoria Envolvente” y el documento analizado en este epígrafe.

6.8 GLAZING (NL_1200_FD_SPC_ACM_A00_TC_088000)

El documento y código de este epígrafe de fecha 24 de julio de 2020 (Fecha de primera versión 10/03/2020) lleva como título “**Specification Omniclass 22 WP2.1-08 80 00 Glazing**”,

Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional
Jorge Chávez – newLIM

**Specification Omniclass 22
WP2.1 - 08 80 00 Glazing**


Jorge Napoleón Cardenas Maldonado
REPRESENTANTE LEGAL
AECOM


Claudio Pareja Kawashima
Control Documentario
LAP


Leticia Stella Cisaruk
Arquitecta
CAP N° 17289

24 de Julio, 2020

Código:

Proyecto	Infraestructura	Fase	Tipo Doc.	Originador	Disciplina	Grupo	Número
N L	1 2 0 0	F D	S P C	A C M	A 0 0	T C	0 8 8 0 0 0

La primera versión de este documento es de fecha 05/12/2019 como puede comprobarse en la imagen inferior


LAP
 LIMA
 AIRPORT PARTNERS

Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM



HISTORIAL DE REVISIONES

Rev.	Fecha	Motivo	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
A	05/12/2019	Especificaciones Omniclass 22	Carlos Luengo	Carlos Montalbán	Leticia Cisaruk
B	13/01/2020	Especificaciones Omniclass 22	Carlos Luengo	Carlos Montalbán	Leticia Cisaruk
C	31/01/2020	IFPR. Not for Construction WP2.2	Carlos Luengo	Carlos Montalbán	Leticia Cisaruk
D	14/02/2020	IFB / Not for Construction WP2.1	Carlos Luengo	Carlos Montalbán	Leticia Cisaruk
E	27/02/2020	IFB – Not for Construction WP2.2	Carlos Luengo	Carlos Montalbán	Leticia Cisaruk
F	24/03/2020	Addendum 1 - IFB / Not for Construction WP2.2	Carlos Luengo	Carlos Montalbán	Leticia Cisaruk
00	10/03/2020	WP2.1 IFC	Carlos Luengo	Carlos Montalbán	Leticia Cisaruk
01	19/05/2020	WP2.1 IFC REV 1	Carlos Luengo	Carlos Montalbán	Leticia Cisaruk
02	10/07/2020	WP2.2 IFC	Carlos Luengo	Carlos Montalbán	Leticia Cisaruk
03	24/07/2020	WP2.1 IFC REV 2	Carlos Luengo	Carlos Montalbán	Leticia Cisaruk

El contenido de este documento técnico describe y define las características de todos los elementos arquitectónicos referentes a vidrio, vidrio laminado, junta, fabricación de unidades de vidrio, y tipos de sistemas en los edificios de la terminal.

La profundidad de detalle es considerable como se observa en el índice inferior, ya que dedica epígrafes a una serie de elementos como ventanas de pasarelas de embarque, muros cortina tanto interiores como exteriores y mamparas interiores de diferentes tipos en el edificio de la terminal.

4.7	TIPOS DE SISTEMAS EN EL EDIFICIO DE LA TERMINAL	30
4.7.1	Sistema en muro cortina exteriores tipo MCE-001C y MCE-003 (incluido elementos practicables)	30
4.7.2	Sistema en muro cortina exteriores tipo MCE-001B (incluido elementos practicables)	31
4.7.3	Sistema en muro cortina exteriores tipo MCE-001A y MEC-002 (incluido elementos practicables) y en las ventanas de las pasarelas de embarque.	32
4.7.4	Sistema en muro cortina interiores tipo MCI-001A y MCI-002 (incluido elementos practicables)	33
4.7.5	Sistema en muro cortina interiores tipo MCI-001B, MCI-003 y MCI-004 (incluido elementos practicables)	33
4.7.6	Sistema en lucernarios LUC-001, LUC-002 y LUC-003 (incluido elementos practicables) ...	34
4.8	TIPOS DE SISTEMAS EN EL RESTO DE EDIFICIOS DE LADO TIERRA Y LADO AIRE	35
4.8.1	Sistema Tipo AVE-101 en muro cortina (incluido elementos practicables)	35
4.9	SISTEMAS EN TODOS LOS EDIFICIOS	36
4.9.1	Sistema en ventanas exteriores y puertas exteriores (no insertas en muro cortina)	36
4.9.2	Vidrio opaco	36
4.9.3	Sistema en mamparas interiores	37
4.9.4	Sistema en mamparas interiores con requerimiento acústico	37

Specification OMNICLASS 22 – 08 80 00
CODIGO: NL_1200_FD_SPC_ACM_A00_TC_088000_Glazing.docx

aecom.com
5/43

Sin embargo, este CDI-ET , no encuentra capítulo específico relativo a los vidrios del fanal de la TWR.

Del mismo modo en el epígrafe 3.1, no detalla particularidad alguna referente al vidrio del fanal

3.1 SECCIONES RELACIONADAS

- A. 05 73 00 Decorative Metal Railings
- B. 08 42 00 Entrances
- C. 08 83 00 Mirrors
- D. 08 51 13 Aluminium Window
- E. 08 44 13 Glazed Aluminium Curtain Walls
- F. 07 72 00 Roof Accesories
- G. 08 33 23 Overhead Coling Doors

En el punto 3.4. "Requerimientos mínimos de comportamiento" se muestran, entre otros, los siguientes criterios:

- Responsabilidad del contratista
- Durabilidad
- Solicitaciones térmicas
- Diseño del vidrio en lo referente a cargas.
- Cumplimiento de la normativa ASTM E 1300: "Standard Practice for Determining Load Resistance of Glass in Buildings"
- Dilataciones térmicas
- Vidrio templado libre de Sulfuro de Níquel

En base a lo mencionado este CDI-ET no encuentra evidencia sobre la existencia de requerimientos mínimos de comportamiento en lo referente a la calidad visual de los vidrios instalados en el fanal.

El siguiente punto del informe 3.5.: Ensayos previos a la construcción no muestra evidencia de pruebas conducentes a garantizar la calidad visual de los vidrios laminado ni de las IGU-Insulated Glass Unit a instalar en el fanal para cumplir con las solicitudes requeridas en el Control de Aeródromo.

3.5 ENSAYOS PREVIOS A LA CONSTRUCCIÓN

- A. Informe de pruebas de compatibilidad y adherencia previa a la construcción: Ensayar cada tipo de material de vidrio, sellante, junta, accesorio, carpintería a adhesión y compatibilidad con los sellantes elastómeros.
1. El ensayo no será necesario si se entregan datos de ensayos previos de compatibilidad entre los sellantes y los materiales de vidrio provistos.
 2. Emplear ASTM C 1087 para determinar si la adhesión es óptima en las juntas entre vidrios, cintas de sellado, canales de drenaje, etc
 3. Ensayar no menos de ocho muestras de cada tipo de material. Incluyendo todo tipo de componente que requiera adherencia y compatibilidad.
 4. Realizar los ensayos con suficiente antelación para evitar retrasos en los trabajos.
 5. Para los materiales que hayan dado fallo, entregar medidas correctoras por parte del fabricante.

Posteriormente el informe relata en el ítem 4 "Producto" donde se especifican los fabricantes que se proponen, aclarando que si no fuera uno de los enumerados, el cliente debería manifestar su aprobación.



Proyecto de Ampliación del Aeropuerto
Internacional Jorge Chávez – newLIM



4. PRODUCTO

- A. Fabricantes: Sujetos a cumplir con los requerimientos, los productos que pueden ser incorporados durante los trabajos incluyen a los siguientes fabricantes o similares, siempre aprobados por el cliente:
- a. Guardian
 - b. Interpane
 - c. Pilkington
 - d. Saint Gobain

A su vez, este CDI-ET no ha sido capaz de determinar, en base a la documentación recibida, que fabricante ha suministrado los vidrios.

En el ítem 4.6 “Requerimientos visuales” se especifica los siguiente:

4.6 REQUERIMIENTOS VISUALES

- A. Cuando el vidrio laminado incluye láminas de vidrio que pueden tener distorsión debido al proceso de fabricación, la distorsión deberá:
- a. Estar dentro de los parámetros especificados.
 - b. Estar orientado en la misma dirección y alineado con precisión.

Specification OMNICALASS 22 – 08 80 00
CODIGO: NL_1200_FD_SPC_ACM_A00_TC_088000_Glazing.docx

aecom.com
28/43

A continuación se especifican entre otras características las pruebas a las que deben someterse, tanto los vidrios laminados como los vidrios templados, de lo que se incluye imagen:

- E. **Pruebas de calidad visual:** Las pruebas de calidad visual de todos los vidrios se llevarán a cabo a una distancia de 1000 mm de la superficie vista del vidrio en un ángulo de visión que corresponda al uso normal de la habitación y en condiciones de luz diurna difusa (p. Ej. cielo nublado), sin luz solar directa o iluminación artificial.
- F. **Vidrio templado:**
- a. El vidrio debe cumplir con BS EN 12150 y los siguientes requisitos en el proceso de endurecimiento horizontal:
 - i. Arco total máximo: 0.003 mm por milímetro medido a lo largo del borde del vidrio.
 - ii. Arco local máximo: la desviación máxima para la planitud del pico al valle no debe exceder 0.3 mm por 300 mm o 0.15 mm en el borde.
 - iii. La onda de rodillo: El vidrio debe ser dimensionado para proporcionar una orientación consistente y horizontalmente alineada de las ondas a lo largo de las Obras. La desviación máxima para la planeidad del pico al valle no debe exceder de 0,12 mm. En cualquier caso, indique en las propuestas de presentación de ofertas para controlar el alcance de la onda de rodillos, si corresponde. Proporcione muestras de tamaño completo de todos los vidrios tratados térmicamente especificados para indicar el rango de ondas de rodillo a lo largo de las Obras, antes de comenzar la producción del vidrio.
 - iv. Caída del borde: 0.25 mm máximo.
 - b. **Pruebas de calidad visual:** Las pruebas de calidad visual del vidrio templado se llevarán a cabo a una distancia de 1000 mm de la superficie vista del vidrio en un ángulo de visión que corresponda al uso normal de la habitación y en condiciones de luz diurna difusa (p. Ej. cielo nublado), sin luz solar directa o iluminación artificial.

Finalmente vale recordar que el Control de Aeródromo es una actividad de alta responsabilidad en la que ha de primar la garantía de las operaciones en base a las observaciones del CTR y Área de Maniobras y que está sometido, entre otras a las siguientes:

- Condiciones meteorológicas cambiantes.
- Condiciones lumínicas que cubren una amplísima envolvente de día y de noche.
- Condiciones de calidad de observación y de los detalles a observar.
- Gran variabilidad de la distancia observador-vidrio y observador-objeto/móvil
- Integridad de la observación de tal modo que sea fidedigna para diferentes observadores (Controladores de Aeródromo, de GMC, Supervisor).

Por todo lo anterior este CDI-ET presenta ciertos interrogantes sobre si las pruebas a las que fue sometido el vidrio y las IGU, fueron las de las condiciones reales de trabajo y si los resultados obtenidos fueron los adecuados para el cometido requerido.

6.9 INFORME TECNICO ESPECIAL Nº109 “REVISIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DE LA CORRECTA INSTALACIÓN DE LOS VIDRIOS EN EL FANAL”

	INFORME TÉCNICO ESPECIAL Nº 109 Revisión del Cumplimiento de las especificaciones técnicas y de la correcta instalación de los Vidrios del Fanal	CLS-145800-AE-ITE-109-OA
		Página: 1 de 21

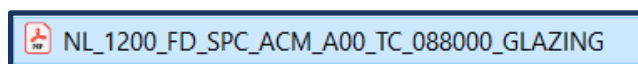
Proyecto: Supervisión de la Ejecución de Mejoras en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez
Título: VIDRIOS DEL FANAL – TORRE DE CONTROL PAQUETE DE TRABAJO WP 2.1

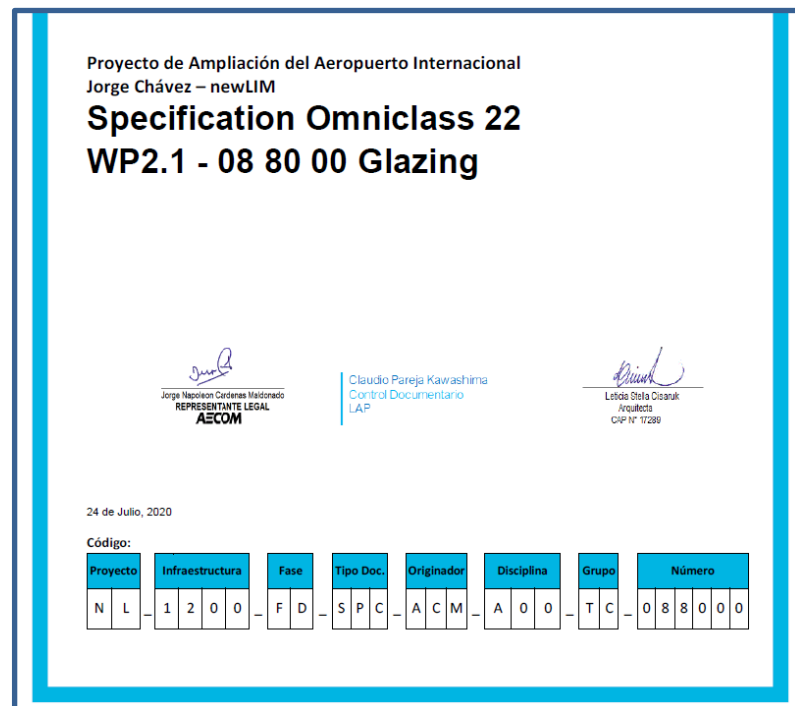
Documento de fecha 22/02/2023 que considera los siguientes documentos de referencia.

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA Para la elaboración de este informe se han revisado los siguientes documentos técnicos, revisados y tomados en cuenta para la ejecución de dichos trabajos: a) Mediante la plataforma ACONEX se ha recibido el documento NL_1200_AB_SPC_WAY_A00_TC_08800_ ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE VIDRIOS b) Mediante la plataforma ACONEX se ha recibido el documento NL_1200_CN_PDS_WAY_AAV_QA_0020290_ FICHA TÉCNICA DEL CRISTAL INSULADO

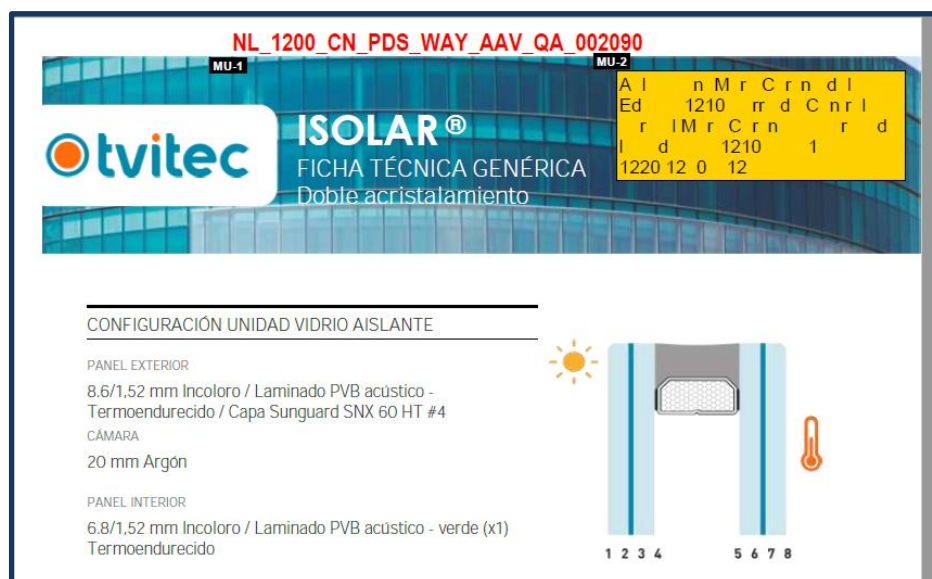
El equipo CDI-ET a la vista de esta documentación de referencia mostrada desea hacer las siguientes consideraciones:

- 1) El primer documento con número de serie NL_1200_FD_SPC_ACM_A00_TC_088000 no lleva como nombre “Especificación Técnica de los vidrios”, sino “Glazing”





- 2) Que el documento indicado en el punto anterior, ha sido estudiado anteriormente y analizado en el contexto del presente informe y no aporta ninguna especificidad para los vidrios del Fanal de la TWR de AIJCH.
- 3) Que lo mencionado en el punto 2 anterior queda corroborado ya que este documento está incluido como Anexo 1 del “Informe Técnico Especial Nº109”.
- 4) Que el documento NL_1200_CN_PDS_WAY_AAV_QA_002090_ FICHA TÉCNICA DEL CRISTAL INSULADO, incluido como Anexo 2 del Informe Técnico Especial Nº109, **no constituye un requisito de cristales** sino una “Ficha Técnica Genérica de Doble Acristalamiento”



El Informe Técnico Especial N°109, realiza una serie de consideraciones sobre los requerimientos funcionales que deberían constituir los vidrios para las torres de control, según especifican diferentes reguladores y operadores internacionales como OACI, FAA, Aena (España) y en Francia tanto la DGAC como la STAC.

En base a lo mostrado en los estudios referenciados se llega a las conclusiones mostradas en la siguiente imagen sobre los requerimientos que **“cumplirá”** (una vez instalado) el vidrio del fanal:

	INFORME TÉCNICO ESPECIAL N° 109 Revisión del Cumplimiento de las especificaciones técnicas y de la correcta instalación de los Vidrios del Fanal	CLS-145800-AE-ITE-109-0A Página: 5 de 21
---	--	---

abajo para un controlador en posición sentada y 30° hacia abajo cuando está de pie) y limitar el número de máscaras. Además, la naturaleza y calidad del acristalamiento utilizado debe ofrecer una perfecta transparencia y una buena “reproducción” de la imagen.

Por lo tanto, el acristalamiento cumplirá las siguientes condiciones:

- Grandes dimensiones (de 3m a 4m, incluso 5 m de altura para obtener suficientes ángulos verticales de visibilidad
- Reflexiones interiores lo más bajas posibles
- Sin efecto de distorsión
- Sin efecto de imagen múltiple
- Limitación de los rayos del sol
- Transmisión luminica compatible para las visiones diurnas y nocturnas
- Reproducción del color satisfactoria
- limitación de la escorrentía del agua de lluvia (inclinación del acristalamiento)

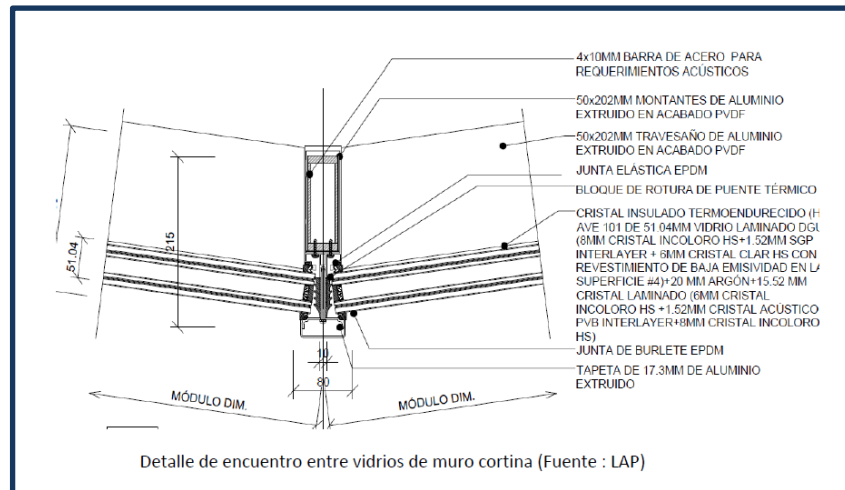
Lo aquí detallando fue analizado por este CDI-ET y no genera aporte adicional a lo ya mencionado. Si bien podríamos enfatizar, entre otras, el requerimiento de la condición **“Sin efecto de imagen múltiple”**. Posteriormente especifican las características que **“deben”** tener los vidrios del fanal de la TWR AIJCH, como se muestra en la siguiente imagen.

El Concesionario remito, al Supervisor la especificación técnica de vidrios NL_1200_FD_SPC_WAY_A00_TC_08800, como documento de la etapa 5, la cual fue revisada por el supervisor, encontrándose conforme, en este documento se muestran las propiedades que debe de tener el vidrio del Fanal de la Torre, las cuales son:

- Espesor total del Paquete de Vidrio: 51.04mm
- Espeso de capas de vidrio: 8mm / 6 mm
- Capas exterior: Vidrio termo endurecido (HS), 8 mm + 0.76mm butiral acústico PVB + 0.76 mm butiral PVB + 6mm.
- Cámaras interiores: 20 mm con argón
- Capas exteriores: Vidrio termo endurecido (HS), 6mm +0.76mm butiral acústico PVB + 0.76mm butiral PVB + 8 mm
- Capa de baja emisividad (low-e coating): colocada en cara 4.
- Aislamiento acústico del paquete de vidrio $R_w (c; ctr) = 53 \text{ db } (-2;-6)$
- Lamina de aislamiento acústico (PVB) tipo Pilkington Optiphon interlayer o similar: 0.76 mm
- Factor solar (g): 0.27
- Transmisión luminica: 58%
- Reflexión interior: máximo 10%
- Reflexión exterior: máximo 12%
- Transmitancia térmica U value: 1.3 W/m2 K
- Resistencia a viento: 2.25kpa
- Garantía de producto: 10 años
- Garantía de acabados: 25 años EN 1279 – 1.

Características que fueron oportunamente analizadas sin generar aporte novedoso alguno respecto de la temática abordada.

Se desea hacer constar la no coincidencia, ya expresada previamente en este Informe del CDI-ET, referente a la lámina de SGP, la cual no figura en la imagen anterior de propiedades, pero sí figura en la imagen inferior obtenida de la pg.9 del Informe Técnico Nº109 sobre vidrio instalado:



A su vez el Informe Técnico Especial Nº109, hace un repaso de las medidas adoptadas para reducir los reflejos producidos por las fuentes generadoras de luz dentro del fanal, como iluminación general, luminarias cenitales y focos de iluminación en las estaciones de trabajo de los controladores.

Al final del informe se incluyen una serie de Anexos numerados del 1 al 4:

- 1) ANEXO 1: Glazing
- 2) ANEXO2: Ficha Técnica del vidrio instalado emitida por TVITEC
- 3) ANEXO 3: Certificado de Calidad de Vidrio _ Miyasato
- 4) ANEXO 4: Registro de Recepción de Materiales y Equipos

Espacio intencionalmente dejado en blanco

Las conclusiones de informe que se viene comentando se incluyen en la siguiente imagen:

5. CONCLUSIONES

Con respecto al vidrio de los ventanales instalada en el fanal se puede decir que este cumple con la especificación técnicas del proyecto la cual fue revisada por el especialista tomando como guía las siguientes normativas y circulares de asesoramiento detalladas en el numeral 4.1 del presente informe.

	INFORME TÉCNICO ESPECIAL Nº 109 Revisión del Cumplimiento de las especificaciones técnicas y de la correcta instalación de los Vidrios del Fanal	CLS-145800-AE-ITE-109-0A Página: 16 de 21
---	---	--

La Supervisión durante los trabajos realizados en el Fanal verifico la correcta instalación de los vidrios y se constató que se cumpliera con lo indicado en los planos, memorias y especificaciones.

- Respecto a la certificación de materiales, en concreto en lo relacionado a los vidrios, el Concesionario, durante la Etapa 7- Construcción aportó el certificado de calidad nº NL_1200_CN_CER-WAY_AAV_QA_000661, emitido por TVITEC SYSTEM GLASS, el cual se adjunta en el anexo 3
- En lo relacionado a los reflejos de los vidrios las actuaciones realizadas por el concesionario han reducido significativamente los reflejos, lo cual permite la visión sin dificultad del área de maniobras, así como un ambiente adecuado para realizar las tareas de control en el fanal.

El equipo CDI-ET desea realizar las siguientes consideraciones a este respecto:

- El Informe Técnico Especial Nº109 no aporta nada adicional a lo expuesto anteriormente en este Informe Técnico del CDI-ET.
- Que lo único que el Informe Técnico Especial Nº109 aporta es la certificación de que lo instalado es lo requerido en el Proyecto de Ampliación del AIJCH, sin entrar en requisitos, pruebas de calidad visual, ni otras validaciones.
- Que la Ficha Técnica aportada por la empresa TVITEC e incluida como Anexo 2 y número de serie NL_1200_CN_PDS_WAY_AAV_QA_002090, únicamente describe el producto fabricado al igual que los albaranes de transporte y entrega posteriores.
- Que los Anexos posteriores únicamente certifican el transporte y entrega de los materiales requeridos.
- El Informe Técnico Especial Nº109 constituye un documento de confirmación de entrega e instalación de los materiales solicitados, sin entrar en las características, propiedades o idoneidad de los vidrios para el Servicio de Control de Aeródromo.