

Diseño y Propuesta de Implementación de un sistema para el control y registro de entrenamientos aeronáuticos en formato digital basada en los requerimientos de la regulación aplicable.

Carlos Aguilar

Universidad Don Bosco

Asesor

MSc. Osman Manuel Guardado Rivera

Tabla de Contenido

Abstracto.....	4
Análisis de la Situación Actual.....	6
Estudio de la problemática y situación actual.....	6
Interesados del Proyecto.....	8
Procedimientos Internos.....	9
Proceso de Aprobación de Proyectos de Entrenamiento Técnico.....	9
Proceso de Creación de Carpeta de Colaborador.....	9
Proceso de Ingreso de Registros de Entrenamiento.....	10
Proceso de Solicitud de Documentos por parte de la autoridad.....	12
Proceso de Modificación de Currículo de entrenamientos.....	14
Análisis de Requerimientos de Calidad ISO y Manuales de la Aerolínea.....	15
Análisis de Requerimientos Aeronáuticos para Entrenamientos Regulados.....	18
Análisis de Requerimientos Funcionales.....	20
Deficiencias actuales.....	24
Limitaciones.....	25
Diseño de la Solución.....	26
Alternativas de Solución.....	26
Implementación de un sistema de firmas digitales.....	26
Implementación de un DMS (Document Managment System).....	27
Solución a la medida.....	29
Identificación y Mitigación de Riesgos.....	31
Arquitectura de Alto Nivel.....	32
Arquitectura de Red.....	32
Arquitectura de Solución.....	32
Detalles Técnicos de la Solución.....	35
Especificaciones de almacenamiento de Rosters.....	35
Diagrama Entidad-Relación.....	37
Control de Acceso.....	38
Diseño de Interfaz Gráfica.....	39
Requerimientos de Hardware.....	42

Requerimientos de Software.....	42
Estudio de niveles de servicio aceptables	43
Capacidad de Almacenamiento	43
Políticas de Respaldo	44
Disponibilidad.....	45
Tiempo de Respuesta	45
Análisis de Proveedores para la selección de la infraestructura	46
Aceptación del diseño.....	47
Retroalimentación y mejoras futuras.....	51
Propuesta de Implementación.....	53
Calendarización del Proyecto.....	54
Presupuesto	55
Análisis de Ahorros	56
Caso de Negocio: Backup Físico	56
Beneficios Financieros	58
Conclusiones.....	61
Referencias	63
Apéndices	64
Requerimientos de ISO 9001 para el control y mantenimiento de registros.	64
Casos de Uso.....	65
Prototipos de Interfaz Gráfica	68
Gastos para implementación de proyecto	73

Abstracto

El presente documento¹ presenta una solución tecnológica a una problemática de almacenamiento de registros de entrenamiento para una compañía que brinda servicios de transporte aéreo de pasajeros y carga. La naturaleza altamente regulada, los estándares implementados en la organización y los requerimientos propios de este negocio, conllevan a que fuese necesario un estudio detallado para realizar una propuesta.

La metodología utilizada durante la elaboración y planteamiento de este proyecto, fue combinar las necesidades del negocio, conocer los procesos actualmente implementados, estudiar las posibles soluciones, proponer una solución a la medida estudiando los aspectos técnicos para su despliegue y cuantificar los beneficios financieros de su implementación.

Descriptor: Entrenamiento Aeronáutico, Control de Registros, Digitalización

¹ Este documento ha sido redactado y estilizado utilizando el formato de la American Psychological Association, APA. Para más información de la aplicación de esta técnica visite, el sitio web de la universidad de Purdue en: <http://owl.english.purdue.edu/owl/resource/560/01/>

Diseño y Propuesta de Implementación de un sistema para el control y registro de entrenamientos aeronáuticos en formato digital basada en los requerimientos de la regulación aplicable

El control de registros y la migración de este proceso a una estructura digital es una práctica común en el entorno empresarial desde hace muchos años. Los ahorros significativos en el manejo de papel, el aseguramiento de la legibilidad y durabilidad de los mismos y los bajos costos de implementación son solo algunos de los beneficios que reciben estos proyectos. Esto toma un auge especial cuando el control minucioso de estos registros, se volvió parte de los requerimientos para la certificación del estándar de procesos ISO 9001. En el mercado actual existen sin número de plataformas que permiten automatizar, en un alto grado, este tipo de controles.

Sin embargo, la aviación civil es un caso especial. El entorno altamente regulado y las características muy propias de este negocio, en términos de funcionalidad y seguridad, hacen que pocas soluciones en el mercado cumplan con sus requerimientos. La cantidad de registros que se deben de llevar para cumplir con la ley de operación de vuelos comerciales es grande y abarca a casi todas las aéreas de la empresa, que van desde el mantenimiento, la operación directa, el manejo de equipaje y carga, el despacho de aeronaves, modificaciones en manuales, el entrenamiento y muchas más. Inclusive, existen muchas aerolíneas que son sujetas a regulación por múltiples entes y en diferentes países, lo que conlleva duplicidad de información y de requerimientos.

En nuestro caso de estudio una empresa de aviación multinacional con presencia en varios países de Latinoamérica, está presentando deficiencias operativas y financieras para el manejo de los registros de entrenamiento aeronáutico. La compañía está experimentando un

crecimiento exponencial en los últimos años y calcula que su capacidad actual no dará abasto para el mantenimiento de los registros en formato físico en poco tiempo.

Es por ello que el presente trabajo buscará analizar la problemática, presentará alternativas de solución, descartará las que no cumplan los requerimientos planteados y cuantificará los beneficios que una posible implementación tendrían en la empresa. A su vez, presentará un análisis técnico de los beneficios de su diseño a nivel de arquitectura.

Análisis de la Situación Actual

Estudio de la problemática y situación actual

Actualmente la aerolínea posee 3 centros de entrenamientos aeronáuticos en sus 3 hubs principales ubicados en El Salvador, Costa Rica y Perú. El cuarto hub en Colombia es operado por otra aerolínea del grupo. En estos centros de entrenamientos los pilotos, tripulantes de cabina, despachadores y otras áreas reciben entrenamiento constante para mantener sus habilitaciones en áreas operativas de la empresa y poder desempeñar sus funciones en vuelos comerciales. Estos 3 centros son auditados y regulados por las autoridades aeronáuticas de cada país donde la compañía tiene un Certificado de Operador Aéreo (COA) (Autoridad de Aviación Civil, 2008) (Dirección General de Aeronautica Civil, 1999) (Dirección General de Aviación Civil Costa Rica, 2009). Los entrenamientos son impartidos por instructores que tienen habilitaciones (permisos) específicas para realizar esta tarea. Al finalizar cada entrenamiento, el instructor llena un documento llamado “Roster” el cual posee el listado de los temas impartidos, fecha/hora, base (ubicación), el listado de los participantes y otros. Este documento debe ser firmado a puño y letra tanto por los participantes como por el instructor y desde ese momento se convierte en un documento de carácter regulatorio y un contrato legal entre las partes que

certifican que los participantes están preparados, en ese específico entrenamiento, para desempeñar sus labores.

Cuando un colaborador ha participado y aprobado todos los entrenamientos necesarios en un currículo de entrenamiento², estos reciben una habilitación.

Para que la autoridad aeronáutica pueda auditar todos estos entrenamientos (Autoridad de Aviación Civil, 2006), la compañía almacena y clasifica los Rosters de forma física en un archivo maestro. Además de esto se debe almacenar una copia del Roster en cada una de las carpetas de los participantes, lo que implica que si un entrenamiento conto con 20 personas es necesario realizar 20 fotocopias del Roster e ir físicamente a almacenarlas en el archivo individual. Si tomamos en cuenta que solo bajo el COA de El Salvador existen 209 pilotos, 349 tripulantes de cabina y 63 despachadores esto se convierte en una carga operativa y representa un costo importante tanto en papel, toner y espacio de almacenamiento. Cuando se consolidan los costos realizados en el holding para mantener actualizados los archivos de todas las aerolíneas del grupo, esto se convierte en un costo importante y un proceso en el que se deposita una gran carga de tiempo. La compañía estima, que al ritmo de crecimiento actual, para el año 2014 le será imposible mantener actualizado el archivo físico en su formato actual sin implicar el costo de contratar personal nuevo para cada COA.

Adicionalmente la aerolínea se encuentra en un proceso de certificación ISO 9001-2008 a nivel general. Esta estandarización tiene un apartado específico en la sección de almacenamiento de registros de entrenamiento dentro del sistema de calidad, en la cual, dice que la organización debe de mantener los registros de manera legible, segura y donde sean fácilmente consultables

² Los currículos de entrenamiento son la definición de los cursos, el contenido de estos y el número de horas requeridos para obtener una habilitación

por los colaboradores y los auditores (Dawson, 2006). El sistema de almacenamiento actual posee varias deficiencias con respecto al estándar ISO, especialmente en los temas de legibilidad y seguridad, ya que actualmente es imposible mantener un respaldo de la información en los registros.

Interesados del Proyecto

Los interesados o stakeholders, son agentes que pueden intervenir en el rumbo del proyecto o cuyos intereses pueden verse afectados (positiva o negativamente) con la ejecución del mismo. En la Tabla 1 se muestra la lista de interesados en el proyecto.

Tabla 1.a

Declaración de los interesados del proyecto

Título	Tipo de Rol	Responsabilidades
<i>Gerente de Entrenamiento Técnico</i>	Patrocinador del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Aprueba el presupuesto y lo presenta al contralor • Responsable ante la compañía del impacto del proyecto • Provee dirección estratégica y dicta lineamientos generales • Se asegura de la alineación del proyecto con la estrategia de la compañía
<i>Contralor de Operaciones</i>	Aprobación	<ul style="list-style-type: none"> • Se asegura de la viabilidad del proyecto y su estrategia de implementación. • Analiza los beneficios del proyecto • Reúne recursos y aprueba fondos.
<i>Gerente de Calidad de Entrenamiento</i>	Funcional e Informativo	<ul style="list-style-type: none"> • Responsable ante la autoridad aeronáutica del manejo de los archivos de entrenamiento y vencimientos. • Brinda autorización de los procedimientos diseñados. • Asegura y valida la solución. • Dicta procedimientos específicos y resuelve ambigüedades. • Asegura el fiel cumplimiento de las normas aeronáuticas y los estándares de la compañía.
<i>Autoridad Aeronáutica</i>	Aprobación Regulatoria	<ul style="list-style-type: none"> • Aprueba la implementación del proyecto. • Audita la solución contra la regulación aeronáutica del país.
<i>Jefe de Entrenamiento</i>	Informativo	<ul style="list-style-type: none"> • Aprueba programas de entrenamiento o cambios en los mismos. • Autoriza la apertura de nuevos expedientes. • Dicta las normas, tiempos, y recursos a utilizar durante los entrenamientos.
<i>Líder de IT</i>	Funcional e Informativo	<ul style="list-style-type: none"> • Da una guía de procedimientos y procesos a seguir para la implementación tecnológica. • Da asesoría para la alineación con las políticas de la compañía • Brinda soporte para la implementación de la plataforma.

Tabla 1.b

Declaración de los interesados del proyecto

Rol / Título	Tipo de Rol	Responsabilidades
<i>Líder de Proyecto</i>	Funcional	<ul style="list-style-type: none"> • Asegura que se cumplan las expectativas de los interesados • Se asegura del cumplimiento del proyecto en tiempo y presupuesto • Monitorea el progreso del proyecto y toma decisiones de redirección de recursos.
<i>Representante del Negocio</i>	Funcional	<ul style="list-style-type: none"> • Recibe las iniciativas del proyecto • Posee el conocimiento del negocio y sus procesos y brinda conocimiento técnico y detallado de los mismos • Plantea requerimientos detallados
<i>Líder Técnico</i>	Funcional	<ul style="list-style-type: none"> • Diseña la propuesta de solución en base a los requerimientos recolectados • Dirige el desarrollo y brinda las guías técnicas • Asiste en la implementación

Procedimientos Internos

En esta sección se desglosará el flujo de los procesos internos que se verán afectados o afectarán la ejecución de este proyecto. Los diagramas han sido creados utilizando el estándar de Notación de Modelado de Procesos de Negocio BPMN (Object Management Group Inc, 2012).

Proceso de Aprobación de Proyectos de Entrenamiento Técnico

Este proceso define la cadena de mando a seguir para la aprobación y posterior liberación de recursos para un proyecto en el área de entrenamiento técnico de la compañía del caso de estudio. La Figura 1 muestra la idea general que cada uno de los interesados evalúa para aprobar el proyecto y pasarlo a la siguiente fase. La propuesta debe mostrar beneficios operacionales y financieros concretos, además de cumplir con la regulación que rige a la compañía y estar alineada con la estrategia general de la empresa.

Proceso de Creación de Carpeta de Colaborador

El proceso de la Figura 2, muestra la secuencia de tareas a seguir para la creación de un expediente de entrenamiento para un colaborador nuevo. Este expediente es conocido como

“Carpeta de Entrenamiento” y contiene todos los Rosters, licencias, certificados y cualquier otro documento que la regulación exija para validar las habilitaciones del colaborador. El departamento de Control de Tripulaciones asigna un identificador para cada uno de los colaboradores, el cual servirá como referencia a la nueva carpeta a crear. Luego, es necesario recolectar todos los documentos iniciales del colaborador, los cuales incluyen: licencias, certificados médicos, aprobaciones para operar en países extranjeros y copias de pasaportes. Si todos los documentos se encuentran en orden, la carpeta es almacenada y el colaborador puede iniciar a recibir entrenamientos. Cada entrenamiento recibido por el colaborador, será comprobado con un Roster o formulario y será almacenado en la carpeta del mismo.

Proceso de Ingreso de Registros de Entrenamiento

El proceso de ingreso de registros inicia desde que el instructor está impartiendo el curso. Durante este tiempo el llena el listado de asistencia y distribuye los Rosters a todos los colaboradores para que coloquen su firma. Si el curso conlleva una evaluación de capacidades, el instructor coloca la calificación basado en las competencias a evaluar definidas en los manuales de entrenamiento de la compañía. Una vez que la lista de asistencia está completa el instructor la firma. Este proceso es equivalente para cursos que llevan listas de asistencia (Rosters) como para formularios de evaluación durante pruebas individuales.

Luego el instructor debe de entregar toda la documentación a los analistas de registros de entrenamiento en cada base de entrenamiento. El analista procede a verificar el llenado de los mismos, si no se encuentran correctos los devuelve para su complemento por el instructor. Una vez recibidos, los analistas realizan una copia de los documentos por cada uno de los participantes del curso, se recupera la carpeta de cada colaborador y se coloca en la sección

correspondiente indicado en los manuales regulados de la compañía. Este proceso es ilustrado en la Figura 3.

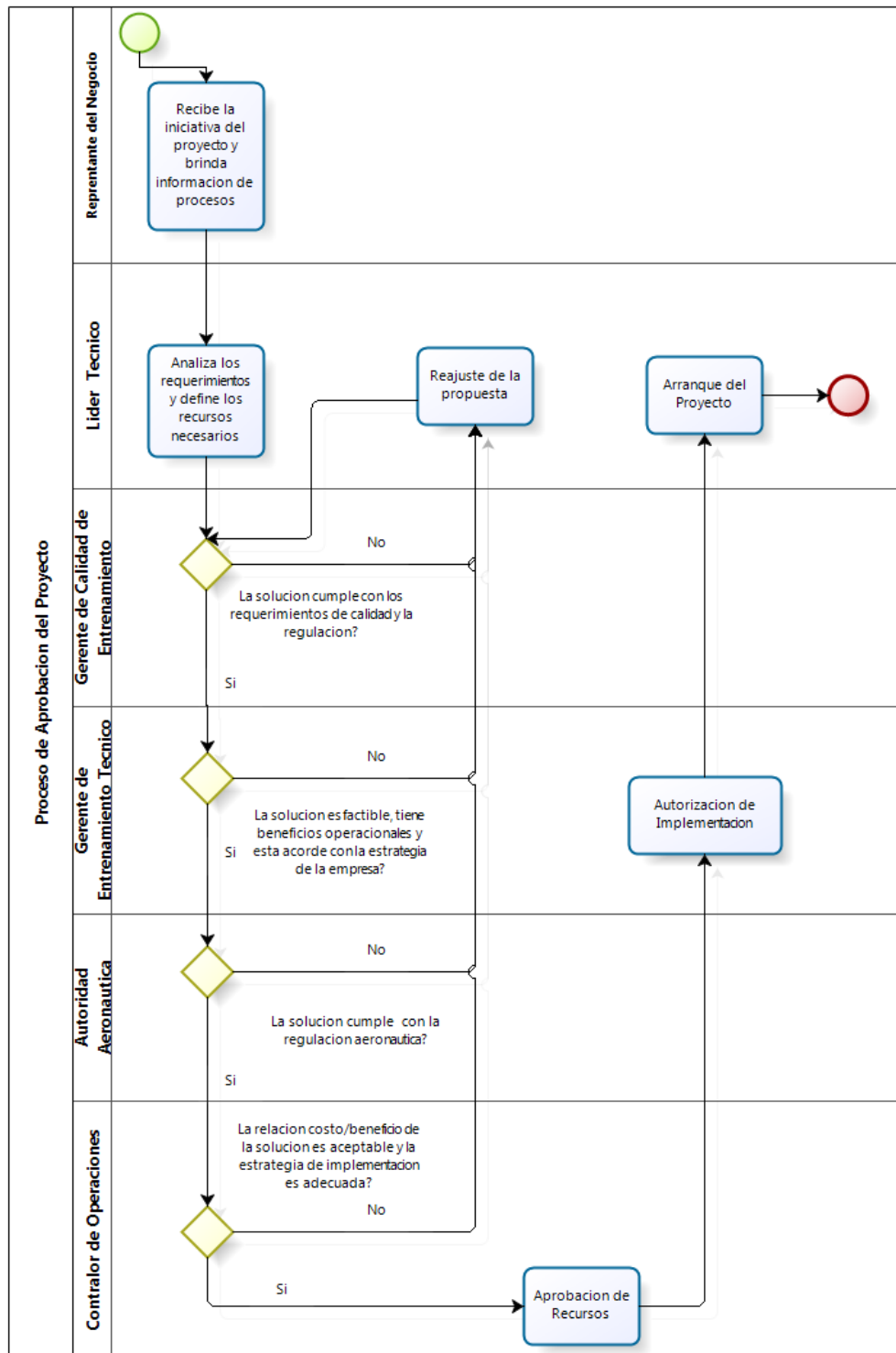


Figura 1. Modelo de proceso de aprobación de proyectos de entrenamiento técnico

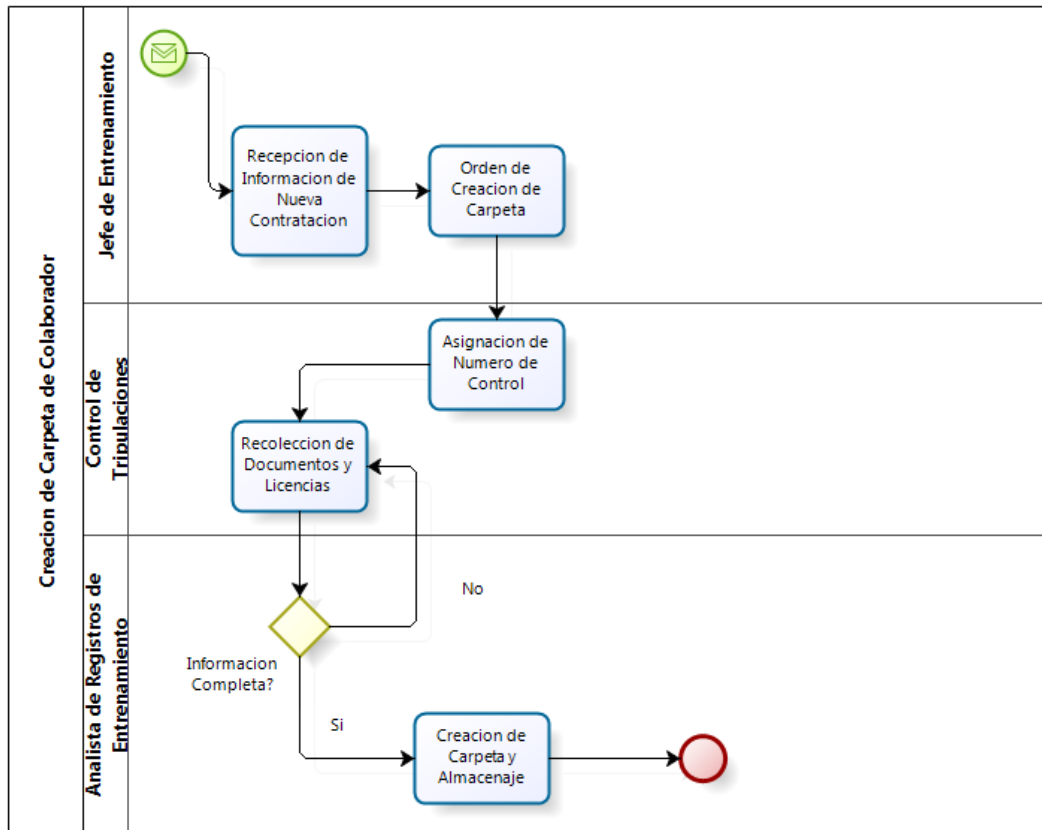


Figura 2. Modelo de proceso de creación de carpeta de colaborador

Proceso de Solicitud de Documentos por parte de la autoridad

Quando las autoridades aeronáuticas estimen conveniente, a su discreción, solicitarán las carpetas con los registros de entrenamiento a cada centro del COA que esta bajo su jurisdicción. Este procedimiento puede suceder como parte de las auditorías constantes a las que se debe somenter la compañía o como parte de la investigación de un incidente aéreo. Para ello la compañía debe de poner a su disposición en cualquier momento y bajo una ventana de tiempo razonable el expediente en formato físico o digital. La autoridad puede solicitar el registro completo, una sección, un curso en especial o un período. Este proceso se ilustra en el modelo de la Figura 4. A pesar de que la información siempre debe de estar disponible para la autoridad

todo requerimiento y comunicación de registros de entrenamiento debe de ser autorizado y revisado por el jefe de entrenamiento del respectivo COA auditado.

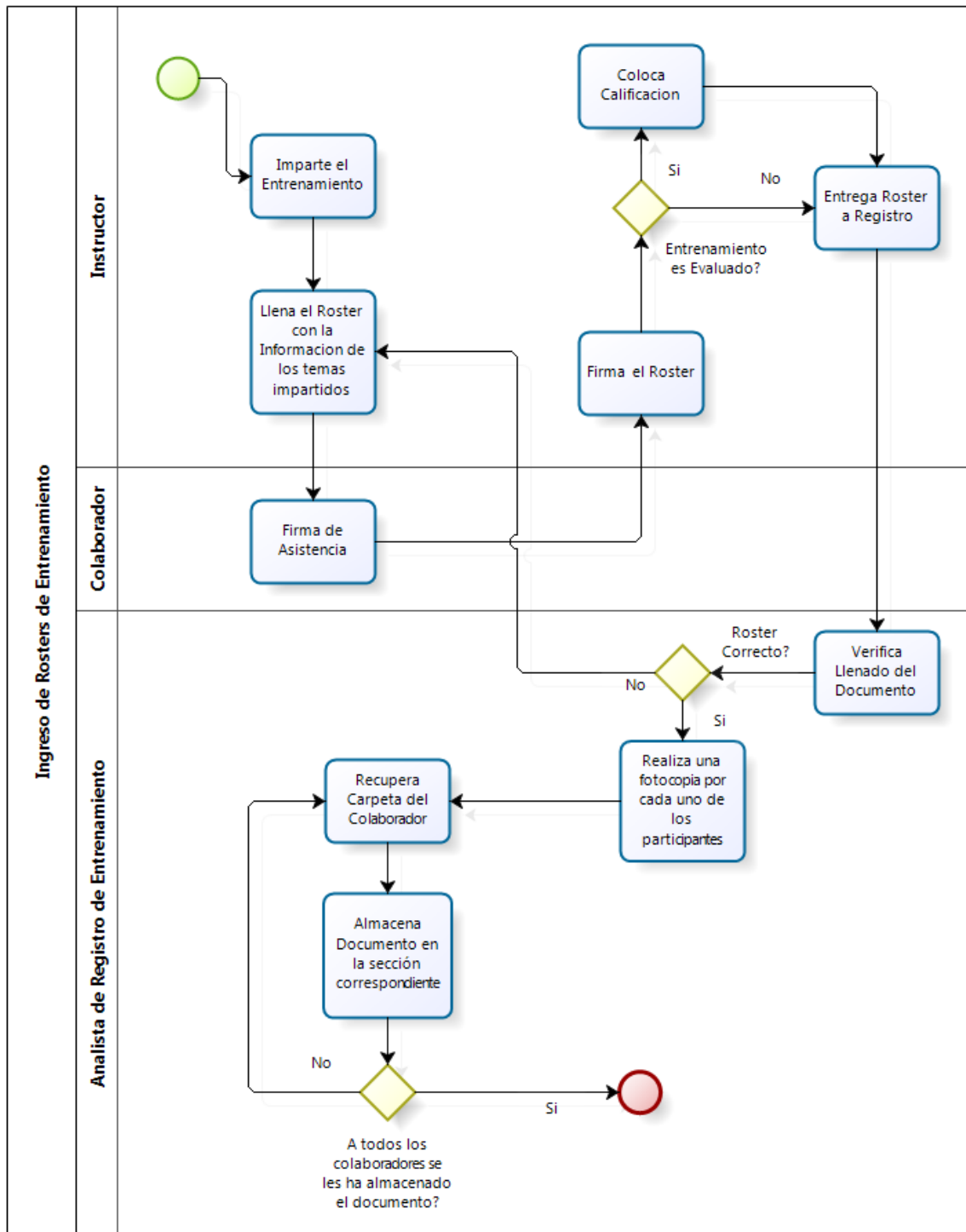


Figura 3. Modelo de proceso de ingreso de registros de entrenamiento

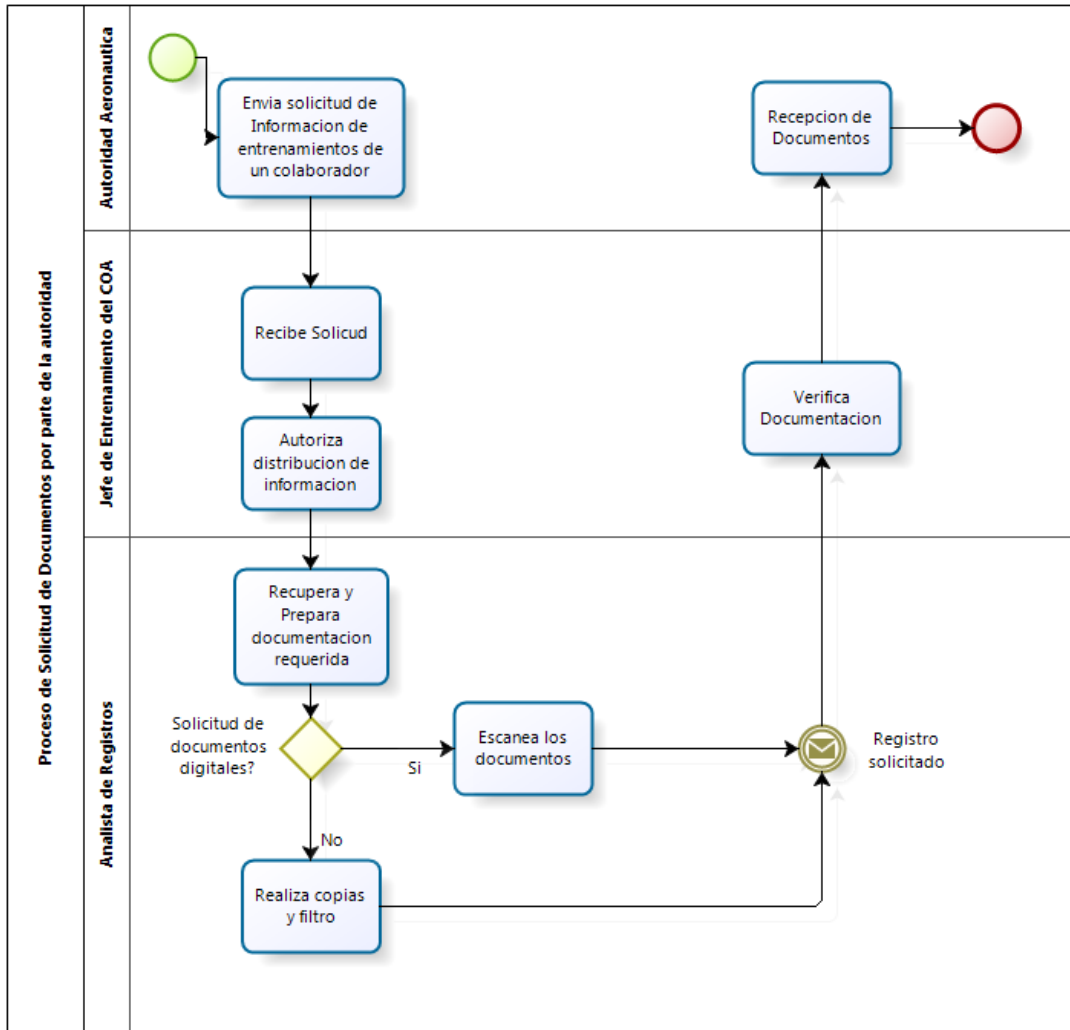


Figura 4. Modelo de proceso de solicitud de documentos por parte de la autoridad

Proceso de Modificación de Currículo de entrenamientos

Este proceso puede iniciar desde varios puntos: Por iniciativa de la empresa al detectar una deficiencia en el entrenamiento, por estándares de la industria o por requerimiento regulatorio. Los currículos comprenden una serie de cursos y su respectivo requisito en horas para completarlo. Cuando un cambio es aprobado, los cambios deben de realizarse en los manuales de entrenamiento de la compañía. Una vez realizados, son enviados a autorización a la

autoridad aeronáutica correspondiente y si es aprobado, el cambio es publicado. Este proceso puede visualizarse en la Figura 5

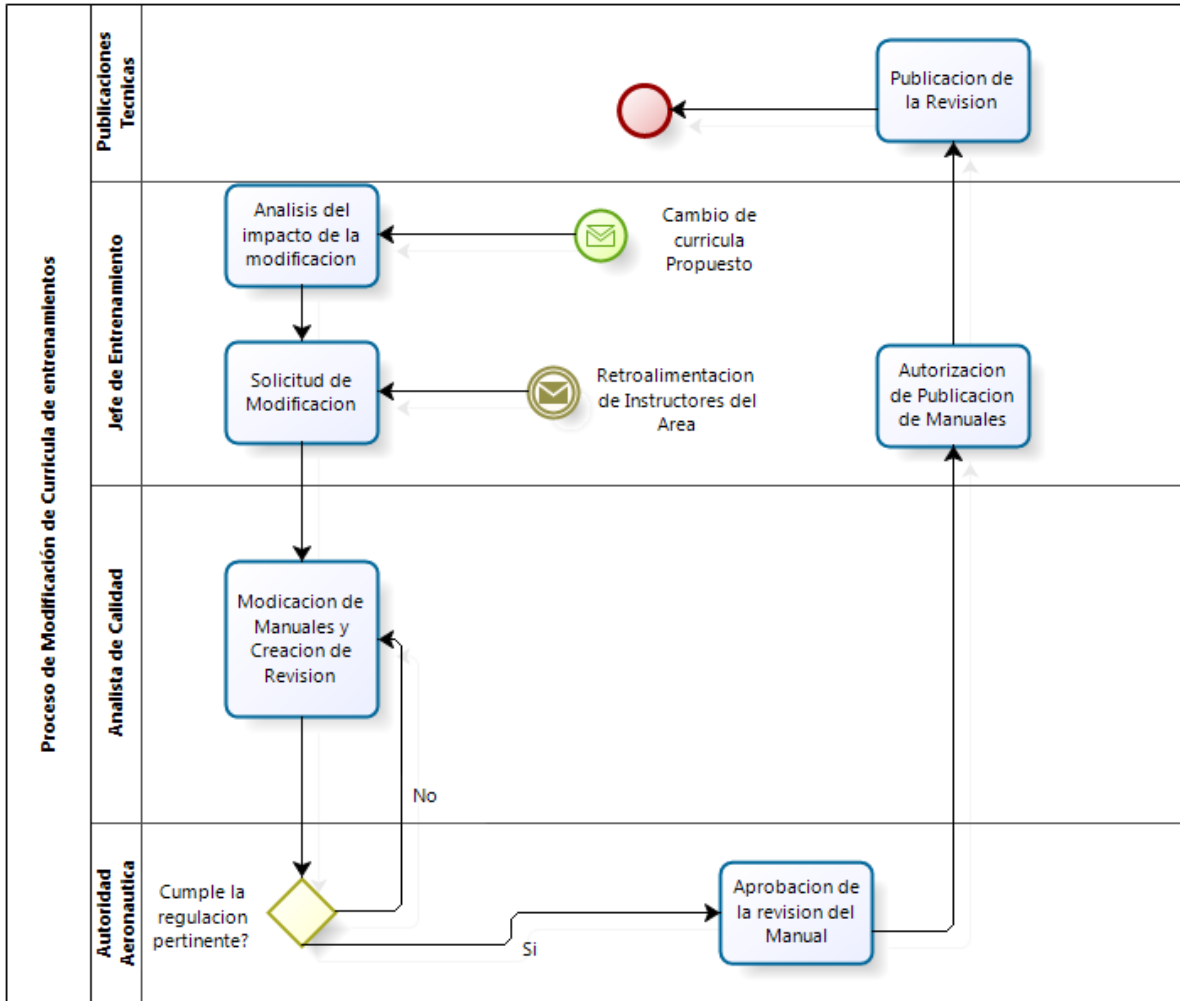


Figura 5. Modelo de proceso de modificación de currícula de entrenamientos

Análisis de Requerimientos de Calidad ISO y Manuales de la Aerolínea

En la Tabla 2 se enumeran los requisitos de Calidad requeridos por el estándar ISO para el control y mantenimiento de registros, para más detalle de las secciones contempladas en este requerimiento refiérase al Apéndice A

Así mismo, en la Tabla 2, se pueden encontrar los requerimientos exigidos por los manuales de entrenamiento y calidad de la compañía para cada uno de sus COA.

Tabla 2.a

Matriz de Requerimientos de Calidad

Requerimiento	Descripción	Requerido por	Prioridad	Control
Asegurar la Legibilidad de los registros	Debe de asegurarse la legibilidad de los registros durante todo el tiempo que estos se encuentren vigentes.	ISO 9001-2008	Media	1.a
Clasificar los registros utilizando los tipos de entrenamiento especificados en los manuales	<p>La compañía ha estandarizado los tipos de entrenamiento, en cinco secciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A-Inicial: El entrenamiento inicial es el que realizan todos los colaboradores que están ingresando a la compañía (Conversión al operador) o están cambiando de tipo de aeronave (Conversión al equipo). Este solo se recibe una vez mientras no cambien estas condiciones. • B-Recurrente: El entrenamiento recurrente es el que se realiza para recalificar el entrenamiento inicial recibido. Estos cursos se reciben con una frecuencia indicada en los manuales de entrenamiento de la compañía. • C-Documentación: Clasificación para cualquier entrenamiento no regulado. Estos entrenamientos son impartidos por oficio de la compañía. • E-Otros: Clasificación que corresponde a las licencias, certificados médicos, permisos especiales de operación, contratos y fotocopias de pasaporte y documentos de identificación. • F-Chequeos de línea: Se almacenan los formularios de calificación que fueron realizados a los colaboradores por parte de personal autorizado por los entes regulatorios en vuelos de chequeo. Los chequeos tienen una vigencia de un año y deben de almacenarse, como mínimo, los últimos 3 formularios. <p>La solución digital debe clasificar los documentos en estos tipos.</p>	Manuales de Calidad de cada COA	Alta	1.b

Tabla 2.b

Matriz de Requerimientos de Calidad

Requerimiento	Descripción	Requerido por	Prioridad	Control
El orden en el que son mostrados los registros debe corresponder al formato físico actual	El manual de calidad de cada COA especifica el orden en que son almacenados los registros físicos en las carpetas de los colaboradores. Este orden debe de respetarse para evitar una recertificación por parte de la autoridad de cada país	Manuales de Calidad de cada COA	Alta	1.c
Tener respaldo de los registros	Se debe de poseer una metodología de respaldo de todos los registros durante el tiempo que se encuentren vigentes obteniendo el mayor grado de seguridad y asegurando la disponibilidad de los mismos. Así mismo, se debe de documentar una política de respaldo.	ISO 9001-2008	Media	1.d
Se deben de almacenar e Indexar las calificaciones obtenidas en los cursos	Se debe de almacenar la calificación de cada colaborador en cada curso (Siempre y cuando aplique) para recuperarlas y consolidarlas de forma digital fácilmente. Esto se debe a un control de calidad realizado sobre los colaboradores, instructores y el centro de entrenamiento en general	Manuales de Calidad de cada COA	Media	1.e
Solicitar el ingreso de la información del documento para facilidad de búsqueda y generación de reportes	<p>Cada documento que se requiere digitalizar posee una serie de variables que deben de ser indexadas para la generación de reportes y facilidad de la búsqueda de documentos. La estructura de los documentos varía considerablemente entre unos y otros pero existen ciertos parámetros establecidos en los manuales que aparecen en la mayoría de ellos y que deben de ser ingresados durante la digitalización. Estos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del curso • Tipo de curso objetivo • Fecha del curso • Instructor que imparte el curso • Hora de Inicio • Hora de Final • Base donde se impartió el curso • Clasificación de Entrenamiento(Requerimiento 1.b) 	Manuales de Entrenamiento de cada COA	Media	1.f

Tabla 2.c

Matriz de Requerimientos de Calidad

Requerimiento	Descripción	Requerido por	Prioridad	Control
No permitir la asociación de cursos con colaboradores en roles diferentes	Los manuales de entrenamiento indican el público objetivo de cada curso y no debe de ser posible que un colaborador que funja un rol diferente reciba ese curso. El público objetivo puede ser 1 o más roles. Por lo que la solución deberá realizar una validación que el curso recibido tenga como objetivo el perfil del colaborador.	Manuales de Entrenamiento de cada COA	Media	1.g
Almacenar y validar el cumplimiento de currículos de entrenamiento.	Los cursos son agrupados en currículos de entrenamiento. Los currículos son diseñados para que un colaborador reciba una habilitación. El cumplimiento de los currículos es validado en base al número de horas recibidas de todos los cursos con respecto al manual. Ya que la solución debe de recibir como datos la hora de inicio y hora final de los documentos(requerimiento 1.g), el sistema deberá calcular el número de horas recibidas y compararla con el currículo de entrenamiento del manual y presentar un informe para validar su cumplimiento	Manuales de Entrenamiento de cada COA	Baja	1.h

Análisis de Requerimientos Aeronáuticos para Entrenamientos Regulados

En la Tabla 3 se muestran los requerimientos regulatorios que corresponden al control y mantenimiento de los registros de entrenamiento de los colaboradores para su certificación en operación de vuelos comerciales. Las regulaciones corresponden a los países donde la compañía posee un Certificado de Operador Aéreo (COA), los cuales son: El Salvador, Costa Rica y Perú. Cabe destacar, que en caso de discrepancia, los requerimientos regulatorios tienen precedencia sobre cualquier otro estándar o manual.

Durante la recolección de estos requerimientos se consultaron las siguientes regulaciones y su correspondiente versión:

- El Salvador, Autoridad de Aviación Civil (AAC), RAC OPS 1 Transporte Aéreo Comercial, RAC-OPS 1.985 Registros de entrenamiento. Fecha de la versión: 11 de Septiembre de 2008. RAC 141 Regulación de Escuelas de Instrucción Aeronáutica, RAC 141.101 Archivos de entrenamiento. Fecha de la versión: 18 de Diciembre de 2006
- Costa Rica, Dirección General de Aviación Civil (DGAC), MRAC OPS 1 Transporte Aéreo Comercial, MRAC-OPS 1.985 Registros de Entrenamiento. Fecha de la versión: 30 de Junio de 2009
- Perú, Dirección General de Aviación Civil (DGAC), RAP 142 Centros de Entrenamiento, Subparte E: Archivo de Datos, 142.71 y 142.73, Versión: 15

Tabla 3

Matriz de Requerimientos de Regulaciones Aeronáuticas

Requerimiento	Descripción	Requerido por	Prioridad	Control
Asegurar la disponibilidad de los registros.	Los registros de entrenamiento almacenados deben de estar disponibles para auditoria en cualquier momento que la autoridad los solicite y que les sea inmediato su acceso.	Autoridades Aeronáuticas Involucradas	Alta	2.a
Mostrar de forma consolidada los cursos recibidos y la fecha por cada colaborador.	Es necesario presentar en un formato de reporte de los cursos recibidos por los colaboradores. Se debe de indicar la fecha de recibido, el nombre del curso, el instructor y la calificación.	Autoridades Aeronáuticas Involucradas	Alta	2.b
Todas las fechas deben de ser mostradas en formato americano. YYYY/mm/dd	Las autoridades aeronáuticas solicitan que cualquier fecha sea almacenada y mostrada en formato con localización de Estados Unidos. Esto es un requisito para evitar dualidades en las fechas.	FAA	Media	2.c
Control correlativo de documentos digitalizados	A cada registro se le debe de asignar un número correlativo automáticamente por la solución. Esto permitirá validar que no haya documentos faltantes ni alteraciones a los registros.	Autoridades Aeronáuticas Involucradas	Media	2.d

Análisis de Requerimientos Funcionales

En la Tabla 4 se enumeran los requerimientos funcionales. Estos requerimientos fueron recolectados por medio de entrevistas directas y reuniones de grupo con los interesados del proyecto. En el listado se reflejan las capacidades requeridas en la solución por los diferentes involucrados.

Tabla 4.a

Matriz de Requerimientos Funcionales

Requerimiento	Descripción	Requerido por	Prioridad	Control
La solución deberá ser desarrollada en idioma inglés.	La interfaz de la aplicación a implementar debe de estar escrita en idioma inglés para facilidad de las diferentes autoridades aeronáuticas y demás involucradas.	Gerente de Calidad de Entrenamiento	Alta	3.a
La información de cada COA debe de estar aislada de las otras.	La información proveniente de colaboradores, entrenamientos, cursos u otros debe de estar totalmente separada a nivel de COA para poder mantener la autonomía de cada operación y sus respectivas auditorías.	Gerente de Calidad de Entrenamiento	Media	3.b
Añadir un sistema de control de acceso	Se debe de implementar una metodología de control de acceso para evitar daños en los registros y asegurar su confiabilidad. El control de acceso debe de restringir la obtención de los registros, su modificación y/o eliminación.	Gerente de Entrenamiento Técnico	Media	3.c
La recurrencia de los entrenamientos debe de ser parametrizable	Existe un grupo de cursos que poseen una recurrencia especificada en tiempo (6 meses, 1 año, 3 años). La recurrencia esta especificada en el manual de entrenamiento de cada rol de colaborador. No todos los cursos conllevan una recurrencia, ya que, existen unos cursos que solo se imparten una vez, como por ejemplo el entrenamiento inicial.	Gerente de Calidad de Entrenamiento	Alta	3.d

Tabla 4.b

Matriz de Requerimientos Funcionales

Requerimiento	Descripción	Requerido por	Prioridad	Control
Advertir del vencimiento de los entrenamientos	Los cursos que conllevan una recurrencia y son regulatorios pueden llegar a vencerse, si el colaborador no recibe una recertificación en el mes del vencimiento de la validez del mismo. La contabilización de este periodo se realiza a partir del último entrenamiento recibido. Es necesario advertir acerca de los vencimientos próximos para evitar inconvenientes con las autoridades y multas para la compañía.	Gerente de Calidad de Entrenamiento Gerente de Entrenamiento Técnico	Alta	3.e
El periodo de validez de los cursos debe de ser parametrizable	Los manuales de calidad pueden cambiar llegar a cambiar, con la autorización de los entes reguladores, en la recurrencia de tiempo para la recertificación del curso. Es necesario que la solución permita manipular este tiempo. La recurrencia siempre estará expresada en múltiplos de meses completos, por ejemplo: 6 meses, 12 meses o 24 meses.	Gerente de Calidad de Entrenamiento	Alta	3.f
Compatible con los navegadores utilizados en la compañía	Si la opción diseñada se accede a través de la web, la compañía utiliza un rango de sistemas operativos y sus respectivos navegadores. La compatibilidad con Internet Explorer 8.0 y 9.0 es mandatorio. Adicionalmente, se recomienda compatibilidad con Chrome, Firefox y Safari	Departamento de IT	Media	3.g
Acorde a las políticas de desarrollo de la empresa	Si la solución implica desarrollo de software informático, la compañía solo acepta 2 plataformas de desarrollo: .NET y Java.	Departamento de IT	Media	3.h
Permitir la adición, modificación y eliminación nuevos colaboradores	La solución debe de contar con las herramientas para añadir, modificar o eliminar colaboradores del sistema. Las operaciones deben de mantener la integridad y consistencia de la información. Es necesario realizar operaciones sobre los siguientes datos del colaborador: <ul style="list-style-type: none"> • Nombre • Identificador único(Asignado por Control de Tripulaciones) • Departamento • COA de origen • Roles asignados 	Gerente de Calidad de Entrenamiento	Media	3.i

Tabla 4.c

Matriz de Requerimientos Funcionales

Requerimiento	Descripción	Requerido por	Prioridad	Control
Permitir la inhabilitación de colaboradores	El sistema debe de permitir la inhabilitación de colaboradores sin la eliminación de la información de cursos recibidos asociada a ellos. Esto es debido a que en caso de retorno de un colaborador a las operaciones el perfil debe de poder ser restaurado.	Gerente de Calidad de Entrenamiento	Baja	3.j
No permitir la doble asociación de documentos con colaboradores	El sistema no debe de permitir a los usuarios realizar asociaciones duplicadas de colaboradores con un solo documento. La asociación de un documento digital con un colaborador es de 1 a 1.	Gerente de Calidad de Entrenamiento	Media	3.k
Permitir la adición, modificación y eliminación de Instructores	La solución debe de contar con las herramientas para añadir, modificar o eliminar Instructores del sistema. Las operaciones deben de mantener la integridad y consistencia de la información. Es necesario realizar operaciones sobre los siguientes datos del colaborador: <ul style="list-style-type: none"> • Nombre • Código de Instructor • COA de Origen 	Gerente de Calidad de Entrenamiento	Media	3.l
Permitir la adición, modificación y eliminación de cursos	La solución debe de contar con las herramientas para añadir, modificar o eliminar cursos del sistema. Las operaciones deben de mantener la integridad y consistencia de la información. Es necesario realizar operaciones sobre los siguientes datos del curso: <ul style="list-style-type: none"> • Nombre • Indicación de recurrencia(Requerimiento 3.d) • Tiempo de Recurrencia (Requerimiento 3.d) 	Gerente de Calidad de Entrenamiento	Media	3.m

Tabla 4.d

Matriz de Requerimientos Funcionales

Requerimiento	Descripción	Requerido por	Prioridad	Control
Permitir la adición, modificación y eliminación de currículos de entrenamiento	<p>La solución debe de contar con las herramientas para añadir, modificar o eliminar currículos de entrenamiento del sistema. Las operaciones deben de mantener la integridad y consistencia de la información. Adicional a los cursos a recibir y el número de horas para completar el currículo(requerimiento 1.h) es necesario realizar operaciones sobre los siguientes datos del curso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del currículo • Manual de origen • Revisión del manual • Fecha de Revisión • Número de Página 	Gerente de Calidad de Entrenamiento	Baja	3.n
Posibilidad de realizar filtros sobre los campos de información de cada registro creado	<p>La solución deberá permitir filtrar un listado de todos los registros recibidos, las opciones de filtro deben de abarcar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fecha del Entrenamiento • Nombre del Instructor • Curso • Clasificación del entrenamiento 	Gerente de Entrenamiento Técnico	Baja	3.o
Permitir el acceso concurrente a los archivos	<p>La solución debe de facilitar el acceso concurrente a los documentos por diferentes usuarios, previamente validados. Las ubicaciones de acceso de los usuarios pueden estar separadas a nivel de País, aunque siempre tendrán acceso a la intranet corporativa.</p>	Gerente de Entrenamiento Técnico	Media	3.p

Deficiencias actuales

Durante la recolección de los requerimientos y el análisis de los procesos involucrados, se recogió las percepciones de los interesados y los colaboradores a cargo del mantenimiento del archivo, los auditores de calidad y los analistas de la información. De ello se pudieron recolectar las siguientes impresiones:

- El mantenimiento del archivo posee una carga operativa alta: Los analistas de registro, quienes se encargan de mantener actualizada la carpeta de entrenamientos de cada uno de los colaboradores, invierten una gran cantidad de trabajo en el proceso de archivado, reproducción y ordenamiento de los documentos (Ver Proceso de Ingreso de Registros de Entrenamiento). Este proceso genera un cuello de botella y provoca la acumulación de documentos sin procesar. Ellos muchas veces recurren a la ayuda de otros colaboradores para el almacenaje lo que provoca discrepancias en el orden y desviación de las funciones primarias.
- Falta de atención en el llenado de los documentos: Debido al punto anterior, los analistas cuentan con poco tiempo para verificar el correcto llenado de la información de los formularios. Si bien, los errores se mantienen en un porcentaje bajo, se han detectado discrepancias con códigos de empleados, horas del entrenamiento y otros (Ver Proceso de Ingreso de Registros de Entrenamiento).
- Contratiempos para presentación de información a autoridades: Cuando un ente regulatorio solicita documentación (Ver Proceso de Solicitud de Documentos por parte de la autoridad), es necesario ir físicamente a recuperar la carpeta, muchas veces implicando la reproducción del archivo. Esto se vuelve un trabajo aún más pesado cuando es

necesario digitalizar toda la documentación porque la autoridad que la solicita se encuentra en otro país.

- Validación de entrenamientos recibidos: Tanto las autoridades aeronáuticas como los encargados de auditoría interna, no poseen las herramientas para verificar de forma precisa que todos los colaboradores tengan sus entrenamientos al día y que estos estén respaldados por un documento. Actualmente se muestrea sobre la población total de colaboradores operativos pero esto no brinda la certeza que alguno tenga este problema. En caso de un incidente en la operación de un vuelo, si un colaborador posee un entrenamiento vencido, puede implicar graves multas económicas y operativas para la compañía.

Limitaciones

A continuación se enumeran las limitaciones que afectan al proyecto:

- No se conoce el número exacto de registros de entrenamiento en el archivo, por lo que la planificación del trabajo necesario para su migración será estimado.
- La migración total a un nuevo sistema no debe de exceder de 120 días en cada COA, debido a posibles sanciones regulatorias por archivos incompletos.
- No se posee un presupuesto pre aprobado para este proyecto, por lo que los costos deberán de recortarse lo más posible y puede implicar una implementación parcial.

Diseño de la Solución

Alternativas de Solución

Existen diversas alternativas para resolver el inconveniente del manejo de los registros de la compañía y varias tecnologías que pueden apoyar a mejorar los procesos internos y reducir la carga operativa y financiera de mantenimiento del archivo. De las opciones se pueden destacar las siguientes:

1. Implementación de un sistema de firmas digitales.

Las firmas digitales son esquemas matemáticos que permiten al receptor de un documento validar su origen y tener un alto grado de certeza de que el documento no ha sido alterado durante el almacenamiento o tránsito del mismo. La impresión de una firma digital en un documento electrónico requiere de validación y estas se encuentran respaldadas por numerosas organizaciones cuyo rubro de negocio es la seguridad y autenticación de fuentes.

En el caso de la aeronáutica, las firmas digitales están o se planea implementarlas en líneas aéreas con el propósito de sustituir los sistemas de papel para el control de registros de mantenimiento, operaciones, entrenamiento y muchas áreas, que requieren documentación regulatoria (FAA, 2002). Las ventajas de un sistema de este tipo son notables, especialmente en la disminución de costos operativos, seguridad de la información, etc. Sin embargo, los países de Latinoamérica, específicamente en los que afecta a la aerolínea del caso de estudio, aun no poseen el marco regulatorio que contemple la implementación de firmas digitales. Adicional a esto, el costo de una implementación de este tipo de solución es alto, ya que requiere la reformulación de varios procesos, la modificación de infraestructuras de cómputo, la compra de certificados de validación e inclusive la adquisición de equipo biométrico, es por ello que es recomendable, que la infraestructura se diseñe para soportar múltiples procesos como los de la

estación reparadora, entrenamiento, mantenimiento de línea, chequeos diarios, inspecciones, control de calidad, operaciones, despacho, etc. y así maximizar el retorno de la inversión.

2. Implementación de un DMS (Document Managment System)

La implementación de sistemas de control de documentos y herramientas de colaboración distribuida ha tenido mucho auge en los últimos años, especialmente con el despliegue de estas herramientas a través de internet. Las ventajas son significativas: Se mantiene un repositorio consolidado de información documental, aceptan gran cantidad de información en muchos formatos diferentes, permiten la indexación y búsqueda de documentos, se mantiene el formato digital una copia exacta del formato físico, permite implementar políticas de seguridad y control de acceso, puede mantener múltiples versiones de un mismo documento y registrar cambios, etc.

Estas herramientas se pueden encontrar de todo tamaño y características, comerciales y de código abierto.

En el caso de la compañía del caso de estudio, ya está implementada una herramienta de gestión documental y colaboración, en este caso, es la herramienta de Microsoft® Sharepoint®. En el portal de la compañía se encuentra documentación de todo tipo como Manuales (regulados y no regulados), políticas, procedimientos, anuncios, cambios, horarios, etc.

En el caso de los documentos de entrenamiento, se considera factible almacenar la información digitalizada de los registros en este portal pero existen algunas deficiencias que lo impiden, tales como:

- Los DMS son de propósito general: Un DMS puede almacenar documentos digitales en una gran cantidad de formatos diferentes y manteniendo consistencia en su organización y gestión. En el caso de los documentos de entrenamiento, se requiere un nivel de

jerarquía de documentos específico en los que se evite al mayor grado posible la duplicidad de ingreso de la información, lo cual no es posible con la herramienta implementada.

- Indexación específica: Los DMS pueden indexar documentos por nombres, tags, fechas de ingreso o si el documento tiene el formato correcto puede realizar el proceso de OCR sobre imágenes y obtener texto y realizar búsquedas sobre él. En el caso de los documentos de entrenamiento, estos son escritos a puño y letra por lo que la técnica del OCR no pudiera ser confiable. Adicionalmente, los requerimientos nos especifican que se deben de poder almacenar las calificaciones de los cursos para poder realizar cálculos y otro tipo de procesos(Requerimiento 1.d)
- Los DMS no contemplan el concepto de Vencimiento: Un requerimiento de prioridad alta es advertir acerca de los vencimientos de los entrenamientos (Requerimiento 3.d). Es crucial para la operación de la compañía reducir lo mayor posible el número de tripulaciones con entrenamientos vencidos que tengan incidencia en los vuelos, esto con el fin de evitar multas y penalizaciones.
- Los DMS no emiten reportes del contexto de la información: Los DMS almacenan y gestionan los documentos pero no realizan operaciones sobre la información que contienen. Por ejemplo: Un DMS puede emitir un reporte de cuantos archivos hay en el sistema, cuanto espacio utilizan en disco, quien los accede, etc. Pero no puede emitir un reporte especificando cuales entrenamientos recibió un colaborador en un periodo determinado, cuales entrenamientos han impartido los instructores, etc. Es decir el DMS no conoce el contexto de la información, por lo tanto, no puede operar sobre ella.

- La cantidad de información a almacenar es grande: Si bien los DMS están preparados para almacenar enormes volúmenes de información, el rendimiento y la capacidad de indexación se pueden ver reducida considerablemente. En el caso de la compañía, la herramienta SharePoint se utiliza para muchas tareas por lo cual un incremento en el trabajo puede ocasionar sobrecarga en el sistema e inconvenientes a los demás usuarios.

A pesar de las deficiencias antes mencionadas aplican a muchos DMS, en el caso específico de SharePoint, esta es una herramienta altamente personalizable y sobre la cual se pueden implementar desarrollos utilizando la tecnología Microsoft®.Net® con lo cual se pudieran solventar estos impases (Microsoft Corporation, 2012). Sin embargo, se ha decidido desechar esta alternativa por la actual carga y gran complejidad con la que se usa la plataforma a través de la compañía y así no afectar a los usuarios y lograr un mayor grado independencia del sistema.

3. Solución a la medida

Con una solución diseñada específicamente en los requerimientos la compañía, las autoridades y los auditores se puede lograr implementar una plataforma que permita cumplir con todas las especificaciones requeridas por los estándares y los interesados.

La solución se creará para trabajar sobre la infraestructura de red existente en la compañía, que permita el acceso de forma concurrente y controlada a los archivos. A su vez, la solución será diseñada en una arquitectura cliente-servidor cuya interfaz podrá ser manipulada a través de un navegador web. La información será almacenada en una base de datos relacional y permitirá la generación de reportes para la satisfacción de las necesidades de los interesados.

Este tipo de soluciones brindan la facilidad de adaptarse a las nuevas necesidades del negocio que vayan surgiendo durante el desarrollo o cambios de estrategia en la organización, sin la necesidad de realizar una inversión elevada. A su vez, este tipo de soluciones permiten integrarse con otras secciones de la plataforma tecnológica de las compañías, mejorando los procesos y disminuyendo los costos operativos.

Como se demostrará a través de la arquitectura, los detalles técnicos y los beneficios financieros, esta solución permitirá obtener los mejores resultados debido a su diseño, en donde se ha considerado maximizar el beneficio operativo y reducir los costos al mínimo y creando una aplicación fácil de usar, adaptable y escalable a futuras necesidades.

Identificación y Mitigación de Riesgos

En la Tabla 5 se muestran los principales riesgos identificados para este proyecto y su estrategia de mitigación. El nivel de cada uno de los riesgos está dado por el impacto negativo que podría suscitar si el riesgo aparece durante la ejecución e implementación, siendo el nivel 1 el riesgo con las consecuencias más negativas.

Tabla 5

Matriz de Identificación de Riesgos y Estrategias de Mitigación.

Nombre	Nivel	Descripción	Impacto	Estrategia de Mitigación
No aceptación por parte de las autoridades regulatorias	1	Las autoridades aeronáuticas deben de dar el visto bueno antes de la implementación del proyecto. Al tratarse de múltiples autoridades el proceso se vuelve más crítico.	Puede requerirse el rediseño de todo el proyecto, la implementación parcial de los COAS o la cancelación del mismo.	<ul style="list-style-type: none"> • Involucramiento con las autoridades desde la etapa de concepción • Fiel cumplimiento de las regulaciones • Compromiso de aceptación por parte de las autoridades desde la etapa de diseño.
Falta de recursos para implementación del proyecto.	1	La compañía puede no tener presupuestado los recursos necesarios para la implementación del proyecto, ya sea recursos financieros o de personal.	Aplazamiento de la implementación o cancelación total.	<ul style="list-style-type: none"> • Demostrar el retorno de la inversión de los recursos requeridos. • Disminución de los costos de implementación al mínimo. • Comunicación con el área financiera, para conocer factibilidad.
Negativa por parte del departamento de IT para el soporte de la infraestructura y la solución.	2	El departamento de Tecnología puede no aceptar dar soporte a la solución o desplegarla en la infraestructura existente.	Negociación de características y niveles de servicio de la solución o implementación fuera de la infraestructura corporativa	<ul style="list-style-type: none"> • Involucrar al departamento de tecnología en la toma de decisiones del proyecto. • Apegarse al estándar de desarrollo e infraestructura soportada. • Reducir el impacto que el sistema pueda tener en la infraestructura.
Resistencia al cambio por parte de los usuarios para adoptar al sistema	3	Los usuarios finales pueden mostrarse resistentes a la implementación de la solución, en creencia que sustituirá sus funciones.	Reporte de muchos problemas durante la etapa inicial de la implementación y falta de apoyo de los usuarios.	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a los involucrados de forma personalizada en el uso de la plataforma, dejando claro los beneficios operativos y el nuevo rol que jugarán en el esquema.

Durante la ejecución del proyecto, pudieran suscitarse nuevos riesgos los cuales pueden documentarse usando la matriz de la Tabla 5 y mitigarse con la colaboración de los involucrados del proyecto.

Arquitectura de Alto Nivel

La solución será basada en la web y tendrá 2 componentes principales de arquitectura, la arquitectura de red y la arquitectura propia de la solución:

Arquitectura de Red

Para la infraestructura de red se utilizará la intranet existente en la compañía. La red interna puede ser accedida desde cualquier terminal conectada en cualquiera de los centros de entrenamientos y oficinas administrativas, sin importar el país, gracias a enlaces dedicados. Los detalles de la misma son administrados y soportados por el departamento de IT. Sin embargo es necesario realizar las siguientes configuraciones para garantizar el acceso y políticas de seguridad básicas:

- Asignación de una IP estática en el pool DHCP para el web server
- Permitir acceso al puerto 80 de la IP asignada para el acceso web
- Configuración del proxy y del filtro de contenido para que los usuarios puedan ingresar a la aplicación a través de su navegador
- Asignación de un registro tipo A en el DNS re direccionado a la IP asignada para permitir facilidad de acceso.

Arquitectura de Solución

La solución diseñada utiliza una arquitectura cliente-servidor, los usuarios se conectan desde los navegadores web de sus equipos, a través de la red interna de la compañía. El servidor web procesa las solicitudes y presenta la interfaz web al usuario. Los módulos pueden ser

accedidos dependiendo de privilegios almacenados en la base de datos. La base de datos relacional almacena la información de indexación de los documentos y las referencias a los documentos digitalizados, los cuales están almacenados en el disco.

Los usuarios que tengan privilegios para crear o actualizar registros, digitalizarán el Roster físico en formato PDF a través de los escáneres en red colocados en diferentes puntos de los centros de entrenamiento y edificios administrativos de la compañía. El archivo PDF es subido una vez, ingresando la información de indexación requerida por la plataforma (la cual es especificada en el requerimiento 1.f). Esta información, es ligada a todos los colaboradores que recibieron el curso, junto con la calificación obtenida, por lo que el archivo solo es subido y almacenado una sola vez, disminuyendo la cantidad de espacio requerido, el número de registros creados y la carga operativa. A cada documento le es asignado un entero auto incremental que sirve como correlativo de los registros. Este proceso se puede observar en la Figura 6.

Una vez creados en el sistema los registros y su información podrán ser accedidos de 3 maneras:

- El módulo Rosters: El cual contiene un listado filtrable de todos los registros dados de alta en el sistema. Esto permite la búsqueda rápida de registros por fecha, curso e instructor. Este módulo contiene el acceso para poder agregar nuevos registros y también para poder eliminarlos.
- El módulo Files: En este módulo, el usuario selecciona el colaborador del cual quiere ver el expediente. Una vez seleccionado el sistema presenta todos los entrenamientos recibidos separados por categoría y ordenado por fecha descendientemente, tal como lo indica los manuales de entrenamiento. Así mismo,

este módulo permite la exportación del archivo del colaborador completo a formato PDF o la recuperación de registros individuales.

- **Reportes:** El módulo de reportes presenta información consolidada del sistema. En su diseño inicial el sistema cuenta con 3 reportes: Cursos recibidos por un colaborador, Cursos a impartir próximamente para evitar vencimiento y Cumplimiento de currículo de entrenamiento.

Así mismo, la solución contará con módulos administrativos. Estos módulos permitirán administrar la información de colaboradores, instructores, cursos y currículos de entrenamiento. Estos módulos permiten la adición, modificación y eliminación de estos componentes del sistema y también permiten la búsqueda sobre esta información. Para obtener una vista general de estas características y cómo serán los procesos, favor revisar el Apéndice B.

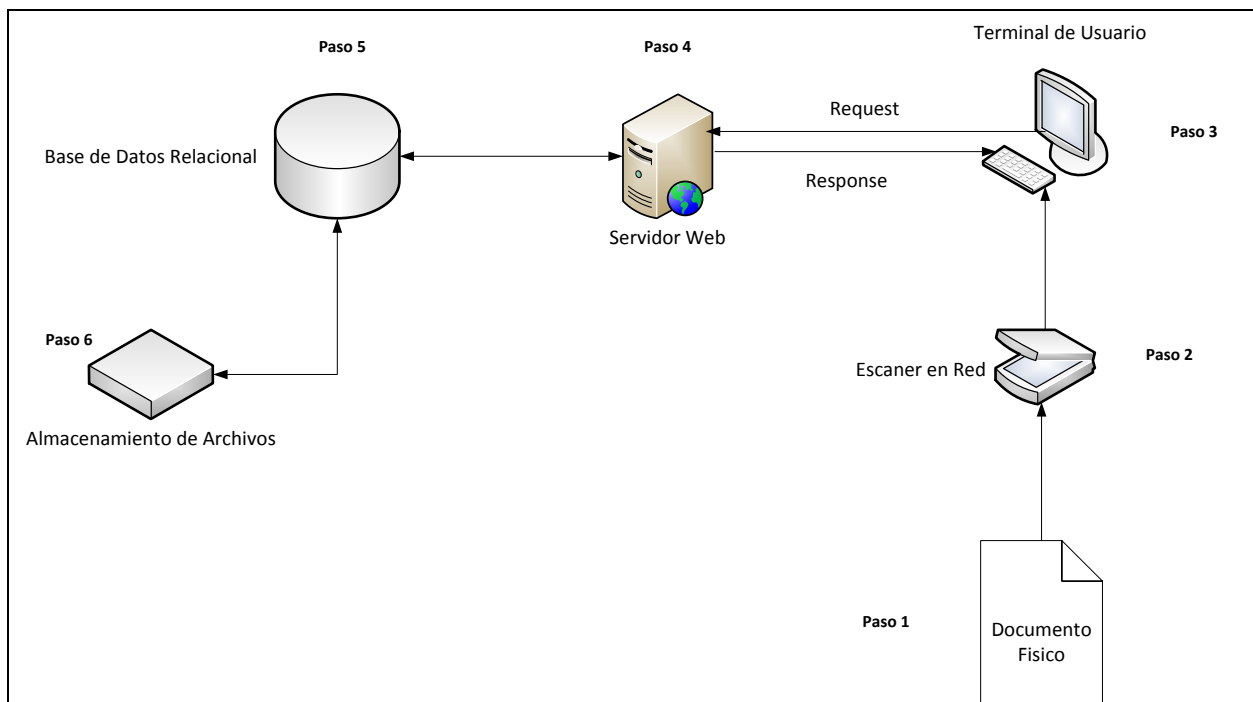


Figura 6. Modelo de la Solución

Detalles Técnicos de la Solución

Especificaciones de almacenamiento de Rosters

Basados en el Figura 6 podemos determinar de forma gráfica que los documentos digitalizados no están almacenados en la base de datos. Existen múltiples opciones para el almacenamiento de los archivos, de forma estructurada y organizada. A continuación se evalúan las opciones más comunes:

- Almacenamiento directo en el sistema de archivos: Los Rosters pueden ser almacenados por el web server directamente en el sistema de archivos del sistema operativo, esto se logra creando una carpeta en el sistema lógico de archivos y colocando los archivos utilizando nombres secuenciales. Dentro de la base de datos se almacena la ruta o el nombre del archivo utilizado. Cuando el usuario envía una solicitud el web server lee la ruta de la base de datos y luego recupera el archivo, lo ensambla y lo presenta al usuario. La desventaja de este método es que el manejo de los archivos se realiza por medio de codificación en la aplicación. Las operaciones de creación, eliminación y modificación deben de realizarse en la base de datos y en el sistema de archivos, lo que implica una doble carga en la aplicación y durante la codificación.
- Almacenamiento en tipos de datos BLOB o BINARY dentro de la base de datos: Las bases de datos relacionales actuales poseen tipos de datos para el almacenamiento de archivos binarios, como documentos, imágenes, videos o audio. Esto simplifica las operaciones sobre los registros, ya que solo es necesario realizarlos en un solo repositorio. Adicionalmente, existe la ventaja que si los archivos están almacenados en la base de datos, al realizar un respaldo de la

misma los archivos son automáticamente resguardados dentro de la copia de seguridad. La desventaja de esta metodología es que la base de datos crece rápidamente y puede afectar el rendimiento de las consultas realizadas sobre las tablas de la base de datos relacional.

- Almacenamiento utilizando la tecnología FILESTREAM de Microsoft SQL

Server: Desde SQL Server 2008 en adelante se incluye una característica llamada FILESTREAM. Esta técnica combina las ventajas de las anteriores, permitiendo optimizar el almacenamiento y la operación sobre archivos binarios. Dentro de la tabla se crean campos tipo VARBINARY. Posteriormente se le indica al motor de base de datos que maneje ese campo como un FILESTREAM. Esto implica que el archivo no estará almacenado lógicamente adentro de la base de datos, sino en un archivo externo. Cualquier operación realizada sobre los registros de la tabla, como UPDATES, INSERT, DELETE tendrá como consecuencia una modificación en el sistema de archivos, manteniendo la consistencia e integridad referencial de los registros y sus contrapartes binarias. Las copias de seguridad también incluyen los archivos ligados a los registros. Este método es recomendado por Microsoft cuando se requiera operaciones rápidas de lectura sobre los archivos binarios. Además, incluye ventajas en términos de integridad, seguridad y manejabilidad (Microsoft Corporation, 2008). Una desventaja es que esta tecnología no es estándar y está limitada a SQL Server 2008 en adelante como motor de base de datos y Windows Server 2003 en adelante como sistema operativo.

Considerando las características anteriores, los requerimientos del proyecto y las ventajas y desventajas de cada metodología, para esta solución se utilizará la opción de Filestream para el almacenamiento de los Rosters.

Diagrama Entidad-Relación

La Figura 7 nos muestra el diagrama entidad relación de la base de datos para la solución propuesta. El diagrama incluye los tipos de datos y las relaciones entre las tablas. La tabla *Rosters* es la tabla principal del diagrama, en el cual se almacena la información con la que se indexarán los documentos guardados en el sistema, así mismo, contiene el campo que hace referencia al Filestream donde estará alojado físicamente el archivo(ScannedFile). La tabla *RosterDetail* almacena la información de los participantes del curso impartido, ligando las tablas *Rosters* y *Collaborators*. Así mismo, esta tabla contiene la calificación que el colaborador obtuvo en ese curso, dando cumplimiento al requerimiento 1.e

La tabla *Rosters* hace referencia a la tabla *TrainingPrograms* la cual contiene el listado de los cursos que se imparten en el centro de entrenamiento. Los cursos son creados especificando si estos son recurrentes, es decir, cada cuanto tiempo se debe de recibir para no caer en vencimiento, este tiempo es indicado en meses. A partir de ese dato, se podrá calcular si un colaborador tiene algún entrenamiento vencido, cumpliendo con el requerimiento 3.e

Otra característica a notar del diagrama es la tabla *Types*, esta tabla almacena el listado de los tipos de funciones que puede tener un colaborador como por ejemplo: piloto, tripulante de cabina o despachador. A su vez, la tabla *Types* se encuentra ligada con *TrainingPrograms*, lo cual sirve para indicar que tipos de funciones son las que cubre un curso. Por ejemplo, un curso de simulador de vuelo es exclusivo para pilotos, por lo tanto este tipo de cursos jamás puede ser ligado en un Roster a un colaborador que desempeña como tripulante de cabina. Con esta

característica, se evitará confusiones y se realizará un filtro de los colaboradores que pueden ser conectados a un Roster, evitando en parte la mala indexación de la información. Nótese que tanto la relación *Collaborator-Types* y *TrainingPrograms-Types* se encuentran conectadas en un tipo de relación con tablas intermedias, utilizando *Collaborators_Types* y *TrainingPrograms_Types* respectivamente, lo cual nos permite conectar un curso con varios tipos de funciones o a un colaborador con varios tipos de roles.

La tabla *RosterType* y su correspondiente nexos con *Rosters* permite realizar la clasificación necesaria para mostrar la información en el orden especificado en los manuales de cada COA, especificado en el requerimiento 1.b. Esta tabla contiene los tipos de Rosters existentes: Inicial, Recurrente, Documentación, Otros y cheques. Por medio de estos tipos y utilizando fechas es la forma en la que se almacenan los Rosters físicamente en el sistema actual, como especifica el requerimiento 1.c.

Control de Acceso

La solución incluye un sistema de control de acceso con usuarios propios, almacenados en la base de datos relacional. En la Figura 7 se puede apreciar que existe la tabla donde se almacenan las credenciales del usuario (Tabla *Users*). Estas credenciales se almacenan encriptados utilizando un algoritmo AES de 128 bits. Estas credenciales son requeridas cada vez que el usuario desea acceder a cualquier parte de la aplicación web. Después de un login correcto, la aplicación almacena en la sesión del navegador, un identificador encriptado del usuario. Cada vez que este solicita acceso a algún módulo, el sistema verifica en la tabla *Users_Permissions* si posee la autorización para acceder a ella. Si no la posee muestra un mensaje de “Acceso Denegado”. A su vez los permisos, se pueden asignar a nivel de acción, es decir, se puede denegar la acción de eliminar, crear o ver registros de forma individual dentro de

un módulo. Por ejemplo, una analista de registros podrá ingresar al módulo Rosters, crear nuevos registros y visualizar los creados, pero no podrá eliminarlos inclusive cuando esta opción se encuentre en el mismo módulo.

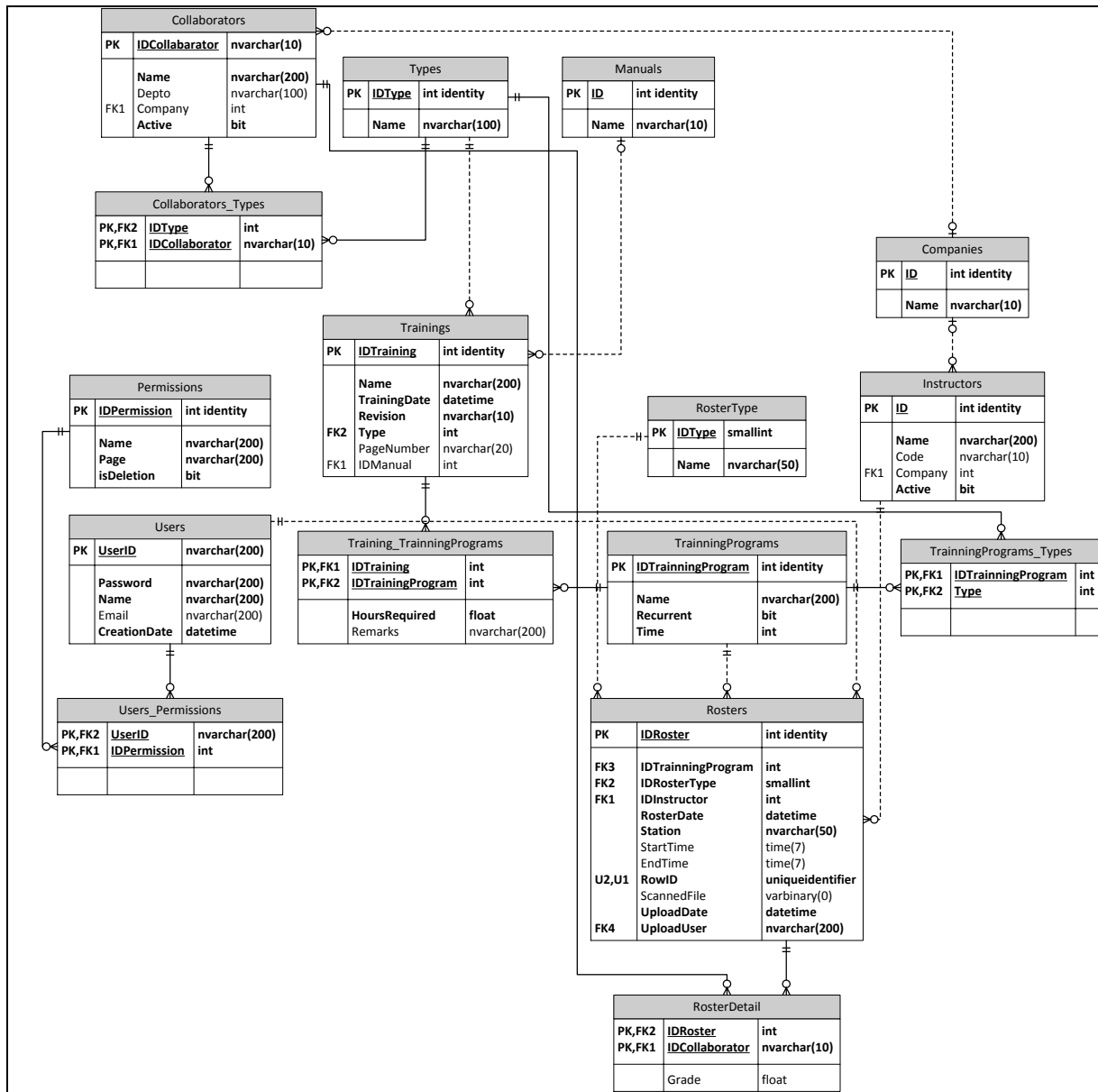


Figura 7. Modelo Entidad-Relación para la base de datos de la propuesta

Diseño de Interfaz Gráfica

La solución será accedida por el usuario a través de una interfaz web. Esta aplicación será desarrollada utilizando la tecnología ASP.net de Microsoft®, en conjunto con el conjunto de

librerías del Framework 4.0. Para respuestas la interfaz utilizará tecnología web 2.0 como Ajax, Client Side Scripting y complementos del navegador para aumentar los tiempos de respuesta de cara al usuario.

En forma general, la aplicación utilizará un Master Page para desplegar un icono y el menú contextual en la parte superior y el contenido de ese menú en la parte inferior, como muestra la Figura 8. El ContentPlaceHolder se dibuja en tiempo de ejecución junto con el Master Page creando una única interfaz que es consistente en toda la aplicación. El contenido tiene comunicación con el menú y el Master Page por medio de la técnica conocida como Client Side Scripting.

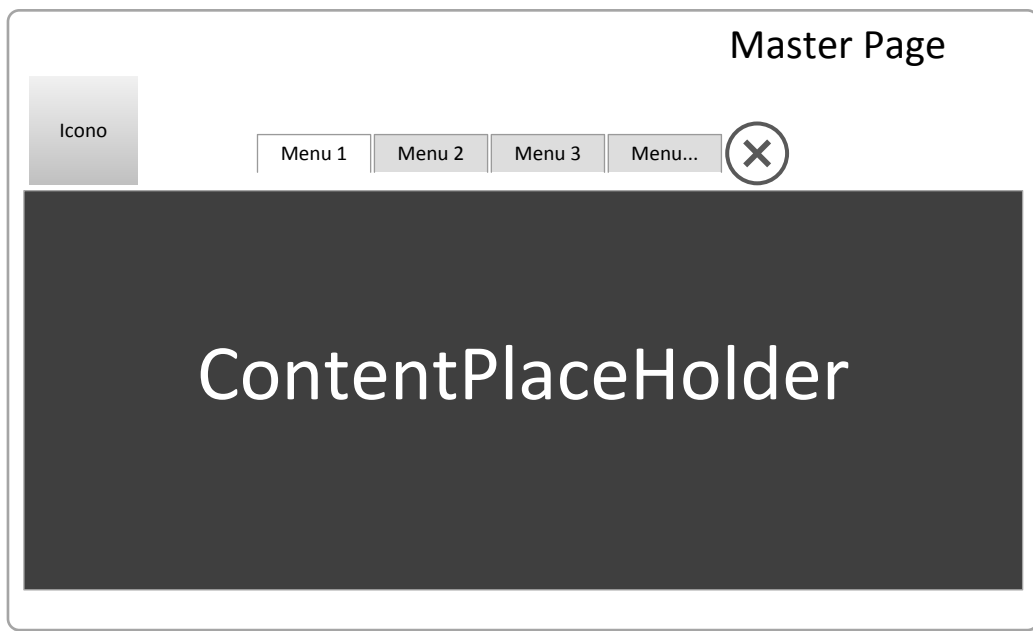


Figura 8. Esquema de distribución principal de la interfaz gráfica.

El contenido mostrado en el ContentPlaceHolder puede tener varios esquemas y distribución, lo cual dependerá del contexto de la información mostrada. Cabe destacar que todos los menús, los encabezados y los mensajes con el usuario deben de estar escritos en inglés, en cumplimiento con el requerimiento 3.a. También, todas las fechas deben de ser mostradas e

ingresadas en el formato americano de fecha corta (YYYY/mm/dd) y las horas en formato de 24 horas (HH:mm) por lo que el servidor web deberá ser configurado con cultura y localización EN-US. Para ver más detalles y prototipos de pantalla puede referirse al Anexo C.

Los módulos administrativos tienen como característica que poseen 2 componentes internos: La vista de registros y la vista de detalle.

- a. La vista de registros muestra toda la información almacenada en formato de tabla y permite realizar filtros y reordenamientos de sus columnas, así como también permite la eliminación de registros, la creación de nuevos y el acceso a la vista de detalle a un registro específico (Siempre y cuando se cuente con el privilegio).
- b. La vista de detalle es un formulario que muestra los campos requeridos por cada módulo. Este formulario es consistente para la adición, eliminación y modificación de registros.

En la Figura 9 se muestra un diagrama de descomposición funcional que tendrá la aplicación y el acceso a los módulos.

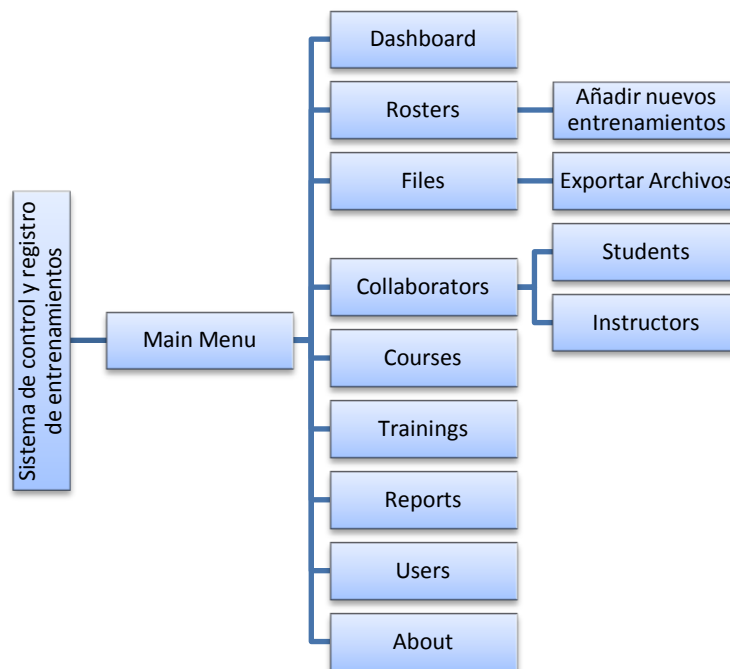


Figura 9. Diagrama de Descomposición Funcional

Requerimientos de Hardware

Para lograr el óptimo funcionamiento de la solución, se recomienda el hardware detallado en la Tabla 6. Estos requerimientos han sido seleccionados tomando en cuenta los requerimientos del sistema operativo y del motor de base de datos, así como la carga de transacciones estimada.

Tabla 6

Requerimientos de Hardware

Descripción	Mínimo	Recomendado
Procesador	Intel Xeon E3-1220, 3.10 GHz o equivalente	Intel Xeon E3- 1240, 3.40 GHz o equivalente
Disco Duro	1x500 GB, 7200 rpm	2x500 GB, 7200 rpm
Arreglo de Disco	N/A	Tarjeta Controladora RAID 1
RAM	4 GB	8 GB
Tarjeta de Red	1x Ethernet 10/100 Mbps	1x Ethernet 10/100/1000 Mbps
Fuente de Poder	No Redundante	Redundante
Solución de Enfriamiento	No Redundante	Redundante
Garantía	3 años	4 o 5 años

Requerimientos de Software

En la tabla 7 se presentan los requerimientos de software y sus respectivas versiones que deben de estar instalados en los servidores, para el correcto funcionamiento de la solución.

Tabla 7

Requerimientos de Software

Descripción	Mínimo	Recomendado
Sistema Operativo	Windows Server 2008 R2 Foundation Edition	Windows Server 2008 R2 Standard Edition
Base de Datos	Microsoft SQL Server 2008 R2 Express	Microsoft SQL Server 2008 R2 Standard
Webserver	IIS 7.0	
Framework	Microsoft .Net Framework 4.0	
Browser	Internet Explorer 8.0	Internet Explorer 9.0

Estudio de niveles de servicio aceptables

Capacidad de Almacenamiento

Uno de los puntos clave del nivel de servicio es la capacidad de almacenamiento de la infraestructura y la solución diseñada. La capacidad debe de ser suficiente para cumplir con la regulación y tener suficiente holgura para el crecimiento de las tripulaciones de la aerolínea y/o la adición de nuevas aerolíneas o COA's.

Para ello se realizó una prueba de carga sobre la base de datos diseñada y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 8

Datos de uso de disco en base de datos en prueba preliminar

Descripción	Cantidad de Registros	Uso en Disco(KB)
Registros de Rosters	869	232
Colaboradores	627	88
Programas de Entrenamiento	118	47
Tamaño total de BD		2754.56
Archivos de Roster en Filestream	869	327068

Las características especificadas en los detalles técnicos del software, muestran que como mínimo el motor de base de datos a instalar será SQL Server Express 2008 R2³, el cual tiene una limitante de tamaño de la base de datos de 10GB. Así mismo, se ha especificado que la capacidad de almacenamiento en disco duro es de 500GB, a ello hay que descontarle el espacio utilizado en disco por el sistema operativo, el software instalado y otros. Podemos tomar en cuenta que se tendrán cerca de 350GB para el almacenamiento. Si tomamos en cuenta que el

³ Ver listado completo de características de Microsoft SQL Server 2008 R2 en [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc645993\(v=sql.105\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc645993(v=sql.105).aspx) (Microsoft Corporation, 2012)

crecimiento de la base de datos es lineal y que el número de documentos digitalizados representa una muestra suficiente grande para calcular el promedio de cada uno de los archivos en el Filestream, podemos calcular lo siguiente⁴:

Si 869 archivos de Rosters utilizan 327,068 KB (0.3119 GB)⁵, por regla de 3 se calcula que para llenar los 350GB se necesitarán aproximadamente 975152 Rosters

Así mismo si 869 Rosters utilizan 2,754.56 KB (0.00263 GB) de base de datos, los 975152 registros para los Rosters utilizarían 2.95 GB, por lo que estaría dentro del rango permitido por SQL Server Express.

La compañía calcula, a partir de la cantidad de colaboradores de los que se lleva registro de entrenamientos regulados (1840 colaboradores), que se generan alrededor de 6500 registros nuevos cada año. Por lo que el sistema propuesto tendría la capacidad de almacenar alrededor de 150 años de registros. Si la cantidad de colaboradores se duplicara, la capacidad de almacenamiento se reduciría a la mitad o aproximadamente 75 años, sin embargo, este dato excede, de forma holgada, la cantidad requerida por los entes reguladores la cual no excede de 3 años de registros (Autoridad de Aviacion Civil, 2006) (Direccion General de Aeronautica Civil, 1999) (Direccion General de Aviacion Civil Costa Rica, 2009).

Políticas de Respaldo

En miras de lograr garantizar la recuperación de la mayor cantidad de registros, en caso de algún siniestro, debe de implementarse una política de respaldo de la información. Gracias al bajo coste de realizar un respaldo que ofrece la solución diseñada, se pueden realizar respaldos con una frecuencia alta. A su vez SQL Server 2008 R2 ofrece diferentes metodologías que

⁴ Esta metodología de estimación, ha sido calculada tomando muestras de los tamaños de los registros.

⁵ 1024 KB = 1MB y 1024 MB = 1 GB

permiten la automatización de respaldos sobre los datos. Se recomienda altamente que todas las copias de seguridad sean alojadas en ubicaciones seguras y remotas. Así mismo, se recomienda configurar los respaldos para que sean realizadas de forma nocturna o fines de semana debido al bajo volumen transaccional en esos periodos de tiempo. En la Tabla 9 se muestra la política de respaldo diseñada para este proyecto.

Tabla 9

Política de Respaldo para el Sistema

Tipo de Respaldo	Frecuencia	Observaciones
Chequeo de Funcionamiento de imagen en RAID	Semestral	Se realiza prueba para verificar el estado de los discos que conforman el RAID donde esta almacenada la información
Backup Incremental	Diario, Nocturno	Respaldo Automático
Backup Completo	Semanal, Fin de Semana	Respaldo Automático
Respaldo Físico de Archivos	Mensual,	Respaldo Manual
Respaldo de Aplicación	Por evento	Realizar una copia de seguridad de la aplicación y sus configuraciones inmediatamente después de cada actualización.
Imagen de SO	Por evento	Realizar una imagen del Sistema operativo completo cada vez que se realice un cambio de configuración o se instale un nuevo componente.
Prueba de Respaldos	Trimestral	Montar en una base de datos de prueba el último respaldo valido, para verificar su consistencia.

Disponibilidad

Esta no es una aplicación de disponibilidad crítica, por lo que un nivel de servicio superior al 90% anual se considera aceptable.

Tiempo de Respuesta

Esta no es una aplicación con requerimientos de tiempos de respuesta. Sin embargo, se recomienda aplicar técnicas de compresión al servidor web para minimizar al mayor grado las respuestas durante la navegación web. Así mismo se recomienda, la re indexación de los índices

de la base de datos en un periodo no mayor a 60 días para mantener los tiempos de respuestas durante las consultas y la generación de reportes al mínimo. La configuración del almacenamiento de documentos en Filestream en conjunto con el Hardware recomendado maximizará la recuperación de los registros digitalizados.

Análisis de Proveedores para la selección de la infraestructura

A pesar de que la compañía cuenta con toda la infraestructura necesaria para desplegar el software, con el fin de calcular un presupuesto completo para este proyecto se analizarán las alternativas en el mercado para las especificaciones requeridas por la aplicación. Es de notar, que el estándar de la compañía solo admite 2 posibles opciones para los servidores: Dell o HP.

En la Tabla 10 se muestran 3 alternativas y sus características. A pesar de que las opciones tienen características similares, la opción 1 muestra una mejor relación costo/valor y el tiempo de garantía más extendido, por lo que esta será usada de referencia de aquí en adelante.

Tabla 10

Opciones de Hardware

	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Marca	HP	Dell	HP
Proveedor	Tecnasa	Dell USA	Ecssa
Modelo	M110G7	Poweredge T110 II	ML350P Gen 8
Procesador	Intel Xeon E3-1220	Intel Xeon E3-1220	Intel Xeon E5-2620
RAM	8 GB	8 GB	8 GB
Cantidad Disco Duro	2 en RAID 1	2 en RAID 1	2 en RAID 1
Espacio Disco Duro	500 GB	500 GB	500 GB
Tarjeta de Red	2 x 10/100/1000 Ethernet	10/100/1000 Ethernet	10/100/1000 Ethernet
SO	Windows Srv Standard 2008 R2	Windows Srv Standard 2008 R2	N/A
Garantía	3 años	1 año	6 meses
Precio	USD \$1978.77	USD \$1,845.75	USD \$3,152.48

Aceptación del diseño

En la Tabla 11 se podrá encontrar las respectivas soluciones a cada uno de los requerimientos expuestos anteriormente, esto servirá como parámetro para la aceptación de la solución. Este es un resumen de todo el diseño expuesto anteriormente.

Tabla 11.a

Cumplimiento de los requerimientos por la solución

No de Control	Nombre del Requerimiento	Solución Propuesta	Sección
1.a	Asegurar la Legibilidad de los registros	Por medio de la solución propuesta, se evitará el deterioro de los documentos de forma permanente debido a su forma digital, en formato PDF. Esta durabilidad se puede dar por un tiempo indefinido, más allá de lo requerido por la norma de vigencia.	Arquitectura de Solución
1.b	Clasificar los registros utilizando los tipos de entrenamiento especificados en los manuales	La solución no cambiará la diferenciación de categorías del entrenamiento, correspondiente a los manuales. Cuando el usuario ingrese la información de indexación, durante la creación de los registros, seleccionará de una lista desplegable el tipo de registro.	Arquitectura de Solución
1.c	El orden en el que son mostrados los registros debe corresponder al formato físico actual	El módulo files permite la visualización del archivo digital del colaborador en el orden físico actual y con la clasificación exigida por la regulación. Así mismo, la exportación a PDF en este módulo clasifica y ordena los documentos según los manuales y agrega los separadores de sección que existen en el formato físico actual.	Arquitectura de Solución
1.d	Tener respaldo de los registros	La política de respaldo del sistema propuesta permitirá garantizar la recuperación de los registros desde varios puntos de las diferentes copias de seguridad, minimizando el riesgo de pérdida de información.	Políticas de Respaldo
1.e	Se deben de almacenar e Indexar las notas obtenidas en los cursos	Durante la creación de los registros y la liga entre los colaboradores y el entrenamiento se requerirá el ingreso de la calificación obtenida. Estas podrán ser consultadas en el reporte “Cursos recibidos por el colaborador” y también serán mostradas en el módulo File.	Arquitectura de Solución
1.f	Solicitar el ingreso de la información del documento para facilidad de búsqueda y generación de reportes	Toda la información especificada en este requerimiento será solicitada para su ingreso durante la creación de los registros. No toda la información será digitada, existen campos que serán seleccionados desde cajas desplegadas para evitar información inconsistente. Estos campos son: Instructor, Curso, Clasificación de Entrenamiento y los colaboradores que los recibieron. A su vez el módulo reportes expondrá la información recolectada de forma consolidada. Para ver un detalle del prototipo de la pantalla, refiérase al anexo de interfaz gráfica.	Arquitectura de Solución
1.g	No permitir la asociación de cursos con colaboradores en roles diferentes	Los cursos serán creados especificando los grupos a los que debe impartirse. A su vez, a los colaboradores se les especificará los grupos a los que pertenecen. A nivel de base de datos, se realiza una validación cruzada y durante la creación del registro no se podrán crear asociaciones incorrectas.	Diagrama Entidad-Relación

Tabla 11.b

Cumplimiento de los requerimientos por la solución

No de Control	Nombre del Requerimiento	Solución Propuesta	Sección
1.h	Almacenar y validar el cumplimiento de currículos de entrenamiento.	El módulo de currículos de entrenamiento permite la administración de currículos de entrenamiento, especificando los campos requeridos por el requerimiento 3.n. A su vez, el reporte "Cumplimiento de currículo de entrenamiento" valida las horas recibidas y las compara con las especificadas en el manual y muestra un reporte de las diferencias y el cumplimiento.	Arquitectura de Solución
2.a	Asegurar la disponibilidad de los registros.	El modelo digital del file permitirá la rápida recuperación de los registros de entrenamiento en el formato requerido por la autoridad, así como el reporte de cursos recibidos por colaborador mostrará una vista consolidada de los registros.	Arquitectura de Solución
2.b	Mostrar de forma consolidada los cursos recibidos y la fecha por cada colaborador.	El reporte "cursos recibidos por colaborador" muestra toda la información requerida por este requerimiento.	Arquitectura de Solución
2.c	Todas las fechas deben de ser mostradas en formato americano. YYYY/mm/dd	La solución será diseñada utilizando la localización y cultura EN-US Estado Unidos, por lo que las fechas serán mostradas en este formato. A su vez, el ingreso de todas las fechas será recibido en este formato.	Interfaz Gráfica
2.d	Control correlativo de documentos digitalizados	A cada registro ingresado en la tabla Rosters de la base de datos, se le asigna un entero correlativo auto incremental en el campo IDRoster, que a su vez sirve como llave primaria.	Arquitectura de Solución/ Diagrama Entidad-Relación
3.a	La solución deberá ser desarrollada en idioma inglés.	Toda la solución incluyendo menús, mensajes de diálogo, nombres de campos y encabezados serán escritos en inglés.	Interfaz Grafica
3.b	La información de cada COA debe de estar aislada de las otras.	La base de datos ha sido diseñada para que cada registro que necesite separarse se le especifique el COA, esto permitirá que a nivel de presentación no se muestren ni se mezclen registros de certificados diferentes.	Diagrama Entidad-Relación
3.c	Añadir un sistema de control de acceso	La solución cuenta con un sistema de control de acceso por módulo y por acción. Se podrán asignar permisos de creación, visualización y eliminación de registros dentro de un módulo de forma independiente.	Control de Acceso

Tabla 11.c

Cumplimiento de los requerimientos por la solución

No de Control	Nombre del Requerimiento	Solución Propuesta	Sección
3.d	La recurrencia de los entrenamientos debe de ser parametrizable	El módulo cursos permite la creación y modificación de los parámetros exigidos en el requerimiento 3.m	Arquitectura de Solución
3.e	Advertir del vencimiento de los entrenamientos	Los vencimientos serán notificados por medio del módulo Dashboard, esta pantalla mostrará los cursos que están próximos a vencerse utilizando un código de colores. Así mismo, el reporte de “Cursos a impartir próximamente para evitar vencimiento” podrá calcular para un período futuro ingresado por el usuario cuales cursos deben de impartirse durante ese período para evitar el vencimiento.	Arquitectura de Solución
3.f	El período de validez de los cursos debe de ser parametrizable	El módulo cursos permite la creación y modificación de los parámetros exigidos en el requerimiento 3.m	Arquitectura de Solución
3.g	Compatible con los navegadores utilizados en la compañía	Se utilizarán las mejores prácticas para el desarrollo web, manteniendo un estándar simple y verificando las etapas de desarrollo contra todos los navegadores requeridos. Una vez completado el desarrollo se correrán las pruebas de verificación de estándares disponibles en el sitio web de W3C.	Arquitectura de Solución
3.h	Acorde a las políticas de desarrollo de la empresa	La aplicación será desarrollada en ASP.net sobre Windows Server 2008 y base de datos en SQL Server 2008 R2, todos estándares soportados por la compañía	Diseño de Interfaz Gráfica
3.i	Permitir la adición, modificación y eliminación nuevos colaboradores	El módulo de colaboradores permitirá administrar toda la información de los colaboradores y también incluye una vista filtrable por cada uno de los campos exigidos en el requerimiento.	Arquitectura de Solución
3.j	Permitir la inhabilitación de colaboradores	En la tabla colaboradores se agregado un campo llamado “Active” este campo podrá ser accedido desde el módulo de administración de colaboradores. Si un colaborador aparece inactivo no se eliminará ninguna información relacionada a él, sino que solo se ocultará de cualquier sección del sistema.	Diagrama Entidad-Relación
3.k	No permitir la doble asociación de documentos con colaboradores	La tabla RosterDetail que es donde se guarda las asociaciones de los Rosters con los colaboradores utiliza el IDColaborador e IDRoster como llave primaria compuesta. Lo que implica que un mismo colaborador no puede estar ligado al mismo documento.	Diagrama Entidad-Relación

Tabla 11.d

Cumplimiento de los requerimientos por la solución

No de Control	Nombre del Requerimiento	Solución Propuesta	Sección
3.l	Permitir la adición, modificación y eliminación de Instructores	El módulo de Instructores permitirá administrar toda la información de los Instructores y también incluye una vista filtrable por cada uno de los campos exigidos en el requerimiento.	Arquitectura de Solución
3.m	Permitir la adición, modificación y eliminación de cursos	El módulo de cursos permitirá administrar toda la información de los cursos y también incluye una vista filtrable por cada uno de los campos exigidos en el requerimiento.	Arquitectura de Solución
3.n	Permitir la adición, modificación y eliminación de currículos de entrenamiento	El módulo de currículos de entrenamiento permitirá administrar toda la información de los currículos de entrenamiento y también incluye una vista filtrable por cada uno de los campos exigidos en el requerimiento. A su vez este módulo permitirá modificar el detalle de los cursos y las horas requeridas dentro del currículo.	Arquitectura de Solución
3.o	Posibilidad de realizar filtros sobre los campos de información de cada registro creado	Cada módulo está compuesto por una vista de tabla y una vista de formulario. La vista de tabla permitirá realizar búsqueda sobre sus campos filtrando así los registros de forma rápida y permitiendo visualizar el detalle.	Diseño de Interfaz Gráfica
3.p	Permitir el acceso concurrente a los archivos	La solución web y las capacidades multiusuario de la base de datos, permitirán el acceso concurrente a la aplicación desde cualquier ubicación de la red corporativa	Arquitectura de Red

Retroalimentación y mejoras futuras.

Después de la presentación del diseño a los interesados y la retroalimentación quedan abiertas algunas posibilidades para una implementación futura y la ampliación de la solución, estas se enumeran en la Tabla 12. Este listado es solo de referencia.

Tabla 12

Mejoras futuras para la solución

Ampliación	Sugiere
Implementar una integración con el sistema de programación de tripulaciones y evitar la operación de colaboradores con entrenamientos vencidos.	Dirección de Programación de Tripulaciones
Homologar en el resto de aerolíneas del grupo	Dirección de Entrenamiento
Agregar el control de las habilitaciones de un instructor y verificar estas en el momento de la creación de registros	Gerencia de Entrenamiento Técnico
Agregar el módulo para llevar la calendarización de los entrenamientos en la misma plataforma	Gerencia de Entrenamiento Técnico
Integrar con la plataforma de E-Learning de la compañía para el envío automático de registros de entrenamiento al sistema de control.	Gerencia de Entrenamiento Técnico
Implementar un sistema de visualización de calificaciones con reportes y gráficos específicos para mejorar la identificación de deficiencias en los programas y mejorar la calidad del entrenamiento	Gerencia de Calidad de Entrenamiento
Agregar el módulo de registros de entrenamiento de Instructores y realizar una referencia cruzada de las habilitaciones con los cursos impartidos.	Gerencia de Calidad de Entrenamiento

Propuesta de Implementación

Para llevar a cabo la planificación de este proyecto y la estimación de los recursos necesarios, se han tomado en cuenta algunos factores importantes:

- La aplicación se desarrollará utilizando recursos de la compañía. No será necesario contratar más personal para el desarrollo de los aplicativos ni para la implementación tecnológica. Los costos del recurso humano ya han sido absorbidos en el presupuesto general de la compañía.
- La aplicación será desarrollada en un modelo iterativo, realizando pruebas con información real y en plazos de entrega cortos.
- Es necesario migrar toda la información del archivo físico actual a la nueva estructura digital. Esto conlleva el escaneo, digitalización e ingreso al sistema de todos los registros existentes no mayores a 3 años.
- Para el proceso de ingreso de registros históricos, la empresa contratará a personal temporal que se dedique el 100% del tiempo a esta tarea. Mientras el personal ya existente se encargará de ingresar la información nueva que se genere durante el período de carga y supervisará el trabajo de los empleados temporales.
- Las etapas de implementación en cada centro de entrenamiento serán planificadas de forma independiente a las demás, esto es debido a que la implementación puede realizarse en paralelo o de forma parcial.
- Las limitaciones nos especifican que la empresa no debe de mantener la dualidad de los sistemas o información incompleta por más 120 días durante la migración. Este límite aplica por COA.

Calendarización del Proyecto

En la Tabla 13 se muestra la estimación de tiempos requeridos durante la ejecución de este proyecto.

Tabla 13

Actividades del Proyecto

Nombre de tarea	Duración	Responsables
Desarrollo de Solución	62 días	
Configuración de Entorno de Desarrollo y Pruebas.	1 día	Desarrolladores
Desarrollo de Prototipo. Iteración 1	21 días	Desarrolladores
Pruebas Iniciales	3 días	Desarrolladores
Desarrollo de Prototipo. Iteración 2	21 días	Desarrolladores
Pruebas	3 días	Desarrolladores
Prueba piloto	5 días	Analistas de Registros/Desarrolladores
Retroalimentación. Aplicación de Cambios	5 días	Líder Técnico/Desarrolladores
Aceptación del Producto	3 días	Líder Técnico/Interesados
Implementación Tecnológica	18 días	
Configuración de Servidores	5 días	Infraestructura IT
Configuración de Aplicaciones	5 días	Infraestructura IT
Solicitud de Permisos y Configuración de Infraestructura de Red	5 días	Infraestructura IT
Pruebas de Configuración e Infraestructura	3 días	Infraestructura IT
Implementación SV	69 días	
Requerimiento de Personal Temporal	22 días	R.R.H.H
Capacitación al Personal Temporal	3 días	Líder Técnico
Escaneo y Digitalización	31 días	Personal Temporal
Retroalimentación	5 días	Líder Técnico
Implementación CR	71 días	
Requerimiento de Personal Temporal	22 días	R.R.H.H
Capacitación al Personal Temporal	3 días	Líder Técnico
Escaneo y Digitalización	31 días	Personal Temporal
Retroalimentación	5 días	Líder Técnico
Implementación PE	87 días	
Requerimiento de Personal Temporal	22 días	R.R.H.H
Capacitación al Personal Temporal	3 días	Líder Técnico
Escaneo y Digitalización	44 días	Personal Temporal
Retroalimentación	5 días	Líder Técnico
Seguimiento y Cierre	60 días	Líder del Proyecto / Interesados

Para la estimación del tiempo necesario para la implementación en cada COA se ha tomado en cuenta que la empresa calcula que se generan cerca de 1550 registros de

entrenamiento anuales en los COA de El Salvador y Costa Rica. En la base de Perú debido a que el número de colaboradores es mayor, se estima que el número es cerca 2200 anuales. Tomando en cuenta que las regulaciones especifican un mínimo de 3 años de registros históricos, lo que equivale a 4650 y 6600 registros, respectivamente. Se ha estimado que diariamente un equipo de 2 personas a tiempo completo, pueden ingresar al sistema 150 registros.

Presupuesto

Tomando en cuenta lo expuesto en la calendarización (Tabla 13) y estimando que la compañía adquiriría los servidores para implementación del proyecto, se ha calculado el presupuesto de este proyecto, el cual se detalla en la Tabla 14.

Tabla 14

Presupuesto

Descripción	Total
Licenciamiento de la Solución	\$0
Servidores e Infraestructura	\$3957.55
Presentación Autoridades	\$1611.88
HC Temporal para Digitalización de Archivo(3 COA)	\$3000.00
Implementación y Capacitación	\$1649.52
Total	\$10,218.95

En el presupuesto se observa que como la solución es desarrollada de forma interna, no existe un costo de licenciamiento por el software. En los servidores, se estima la compra de 2 equipos, el precio es tomado de la opción 1 de la Tabla 10. Los gastos mostrados en las partidas de Presentación e Implementación y Capacitación corresponden a impuestos y gastos de viaje

que se tendrían por el desplazamiento de los líderes técnicos y del proyecto, a las diferentes bases para seguimiento del proyecto.

HC (Head Count) temporal corresponde a los salarios que devengaría el personal durante el tiempo de digitalización del proyecto. Este costo es el aprobado por las políticas de salarios de la compañía. Para ver de forma más detallada los gastos, favor refiérase al Anexo D.

Análisis de Ahorros

1. Caso de Negocio: Backup Físico

En el presente caso vamos a suponer que la compañía quisiera realizar un respaldo de su sistema de almacenamiento físico y llevarlo a un sitio de contingencia y se desea calcular que costo tendría realizarlo. Este caso está enfocado en realizar una copia exacta del archivo en un momento determinado, sin mantenerlo actualizado con el paso del tiempo. La Tabla 15 nos muestra el un número de colaboradores de las 3 áreas más representativas que están sujetas a entrenamientos regulatorios, a Noviembre de 2012.

Tabla 15

Cantidad de Colaboradores a Noviembre de 2012 en cada base de entrenamiento de la compañía

	Base Perú	Base El Salvador	Base Costa Rica	Total
Pilotos	275	209	203	687
Tripulantes	430	334	262	1026
Despachadores	32	65	30	127
Total	737	608	495	1840

Con base a este número de colaboradores y considerando que el archivo promedio de cada uno de ellos está compuesto por cerca de 90 páginas, podemos calcular los montos que sería

necesario invertir en insumos para realizar la reproducción. Nótese que los montos fueron tomados de los precios de referencia de compra por volumen aprobados por la compañía en Noviembre de 2012. Estos montos se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16

Costos estimados de realizar un respaldo al sistema físico actual.

Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Total
Binders	\$ 3.25	1840	\$ 5,980.00
Papel	\$ 0.01	165600	\$ 1,043.28
Cartucho	\$ 0.01	165600	\$ 1,566.49
Total			\$ 8,589.77

Este cálculo ha sido realizado creando una copia exacta de cada archivo, sin embargo, en la solución digital el acercamiento es diferente. En el archivo físico es necesario realizar reproducciones de los documentos y colocarlos en la carpeta del colaborador, en cambio en el sistema digital se realiza una asociación a nivel de base de datos, por lo que cantidad de registros reales en el sistema son aquellos impartidos, sin duplicidad. Si realizamos el cálculo de cuánto costaría almacenar un respaldo en la solución diseñada, tomando en cuenta los registros estimados en la sección de calendarización, tenemos:

Los registros existentes de entrenamiento no duplicados equivalen a 6600 para el COA de Perú, 4650 para el COA de El Salvador y 4650 para el COA de Costa Rica. Es decir, de forma consolidada esto equivale a 15900 registros, lo que a su vez se traduce en 5.71 GB de almacenamiento en disco, según lo definido en las fórmulas de la sección de capacidad de almacenamiento.

En promedio un disco duro externo de 1 TB puede costar alrededor de \$90.00⁶, obteniendo una relación de cerca \$0.09 por GB. Es decir que realizar un respaldo de todos los registros, nos costaría **\$0.52**.

A pesar que durante este ejercicio no se han tomado en cuenta costos que estarían presentes en el costo del respaldo físico, como el pago de espacio en instalaciones o el traslado del archivo, y tampoco se ha tomado en cuenta el costo de mantener actualizado el respaldo, el monto es significativamente mayor (aproximadamente 16500:1) en comparación de realizar un respaldo digital.

2. Beneficios Financieros

Una de las mejores herramientas para medir el desempeño de un proyecto es a través del cálculo de valor presente neto o NPV y de la Tasa interna de retorno TIR (Universidad Autónoma de México, 2012). La aerolínea del caso de estudio acepta la viabilidad de un proyecto, si su TIR supera el 30%. La inversión para desplegar la solución se subdivide en 2 categorías: El hardware necesario y los gastos de implementación. Si bien el hardware podría ahorrarse debido a que la infraestructura existente podría soportar la solución, tomamos en cuenta su costo para medir el rendimiento más real posible. Para el cálculo de los costos que se ahorraría la compañía si se implementa este proyecto se han calculado los ahorros de insumos (papel, tonner, binders) y su respectiva tasa de crecimiento anual. Así mismo se toma en cuenta que la capacidad operativa existente, para el mantenimiento del archivo físico será insuficiente para mantener actualizado el archivo en aproximadamente 5 años. Por lo que en ese momento

⁶ Recuperado de Amazon.com el 3 de Febrero de 2012 en: http://www.amazon.com/Seagate-Backup-Portable-External-STBU1000100/dp/B00829THO6/ref=sr_1_2?s=electronics&ie=UTF8&qid=1359873074&sr=1-2&keywords=1+tb+external+hard+drive

sería necesario contratar una persona adicional en cada COA. Estos datos pueden observarse en la Tabla 17.

Tabla 17

NPV, TIR y Tiempo de Retorno de Inversión del proyecto.

Escenario 1	Initial 0	1	2	3	4	5	5 year NPV
Initial Investment							
Hardware	3,958						
Implementacion (Labor & Travel Cost)	6,261						
Office Supplies Savings		4,551	5,095	5,180	5,480	5,812	
HC Administrativo Adicional						38,304	
Cashflow	-10,219	4,551	5,095	5,180	5,480	44,116	
Accumulated Cashflow	(10,219)	(5,668)	(573)	4,607	10,087	54,203	
NPV							33,156
TIR							65%
PayBack							2.20

Los costos de insumos han sido tomados del presupuesto general de entrenamiento de la compañía y considerando la tasa de crecimiento interanual, debido al incremento de colaboradores y flota. A su vez el costo del recurso adicional a partir del año 5 es tomado utilizando de referencia la tabla de salarios autorizada en Agosto de 2012.

Como se puede observar en la Tabla 17, el proyecto traerá ahorros de más de \$4550 anuales desde el primer año de implementación, por lo que el tiempo de pago de la inversión será en cerca de 2 años y 3 meses. Así mismo, la tasa de retorno de inversión de cerca del 65% excede en más del doble lo requerido por la compañía para aceptar el proyecto.

Conclusiones

Durante la realización de este trabajo se han estudiado las características propias del proceso de documentación de entrenamientos aeronáuticos, se conocieron los procesos internos de la compañía del caso de estudio y se estudiaron las regulaciones de las autoridades que tienen jurisdicción sobre las operaciones de la aerolínea.

A partir de esto, se estudiaron posibilidades técnicas, descartándose el uso de sistemas o aplicaciones disponibles en el mercado para la solución del problema de la compañía y se optó por diseñar y presentar una propuesta a la medida de las necesidades de los interesados.

Para el diseño de esta solución se han estudiado características técnicas como: los métodos de almacenamiento, la capacidad requerida por el hardware, los tiempos necesarios para la migración y otros que permitirán cumplir con todos los requerimientos planteados y minimizar los costos de implementación.

Se analizó la capacidad que tendrá el sistema, haciendo énfasis en los niveles de servicio requeridos como la capacidad de almacenamiento y la legibilidad de los archivos. Se han planteado recomendaciones y políticas para el mantenimiento de esta información vital.

La solución planteada permitirá a la compañía dar un paso adelante en la actualización de sus procesos a una forma digital, permitirá la automatización de tareas que actualmente tienen un alto costo operativo, permitirá un acceso controlado a los documentos regulatorios desde cualquier computadora dentro de la red corporativa, mantendrá la disponibilidad y facilitará el acceso a la información de una forma útil y consolidada. Así mismo, gracias a las características incluidas en el sistema, la aerolínea tendrá un mayor nivel de seguridad de operación al conocer en todo momento el estado de la preparación de su personal y evitará multas por incumplimiento de requisitos regulatorios. De cara al futuro, la compañía podrá dedicarse más al diseño y la

enseñanza de nuevas temáticas sin preocuparse por la administración de la documentación regulatoria y también permitirá tener una retroalimentación más eficiente del desempeño de sus estudiantes.

Referencias

- Abel, A. (09 de Marzo de 2012). *Scrum for Developers*. Recuperado el 5 de Octubre de 2012, de Passion for Coding: <http://coding.abel.nu/series/scrum/>
- Ambler, S. (2011). *Agile Requirements Modeling*. Recuperado el 5 de Octubre de 2012, de Agile Modeling: <http://www.agilemodeling.com/essays/agileRequirements.htm#WhereFrom>
- Autoridad de Aviacion Civil. (2006). Archivos de Entrenamiento. En A. d. Civil, *RAC141 - Regulacion de Escuelas de Instruccion Aeronautica* (pág. 141.101). San Salvador, El Salvador.
- Autoridad de Aviacion Civil. (2008). RAC OPS 1 Transporte Aereo Comercial. En *RAC OPS 1 Transporte Aereo Comercial* (págs. 1-N-10). San Salvador: Autoridad de Aviacion Civil.
- Dawson, S. (26 de 03 de 2006). *ISO 9001 Compliance*. Recuperado el 25 de 9 de 2012, de ISO Solutions for Small Business: http://www.9000world.com/index.php?app=ccp0&ns=display&ref=isoarticle_controlrecords
- Direccion General de Aeronautica Civil. (1999). Centros de Entrenamiento RAP-142. En D. G. Civil, *Regulaciones Aeronauticas del Perú* (págs. 142.71-142.73). Lima: Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- Direccion General de Aviacion Civil Costa Rica. (2009). MRAC OPS 1. En D. G. Rica, *Reglas de Aviacion Civil Conjuntas* (págs. MRAC-OPS 1.1035). San Jose: Direccion General de Aviacion Civil Costa Rica.
- Duncan, W. R. (1996). A Guide To The Project Managment Body of Knowledge. En W. R. Duncan, *A Guide To The Project Managment Body of Knowledge*. Pennsylvania: Project Managment Institute(PMI).
- FAA. (2002). ACCEPTANCE AND USE OF ELECTRONIC SIGNATURES, ELECTRONIC RECORDKEEPING SYSTEMS, AND ELECTRONIC MANUALS.
- Microsoft Corporation. (2008). *Filestream Overview*. Obtenido de Technet Library: [http://technet.microsoft.com/en-us/library/bb933993\(v=sql.105\).aspx](http://technet.microsoft.com/en-us/library/bb933993(v=sql.105).aspx)
- Microsoft Corporation. (2012). *Capacidades*. Obtenido de Sharepoint Site: <http://sharepoint.microsoft.com/es-es/product/capabilities/composites/Paginas/default.aspx>
- Microsoft Corporation. (2012). *Features Supported by the Editions of SQL Server 2008 R2*. Obtenido de MSDN: Microsoft Developer Network: [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc645993\(v=sql.105\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc645993(v=sql.105).aspx)
- Object Managment Group Inc. (2012). *Business Process Model and Notation*. Obtenido de Object Management Group: <http://www.bpmn.org/>
- Universidad Autonoma de Mexico. (2012). *Evaluacion de Proyectos de Inversion*. Obtenido de Facultad de Contaduria y Administracion de UNAM: http://www.fca.unam.mx/capitulos/unidad8_tf.pdf

Apéndices

Apéndice A – Requerimientos de ISO 9001 para el control y mantenimiento de registros.

El apartado de la norma ISO 9001 4.2.4 Control de Registros es la sección del estándar que verifica el control y mantenimiento de todos los registros de una organización. El estándar dice:

“Records established to provide evidence of conformity to requirements and of the effective operation of the quality management system shall be controlled. The organization shall establish a documented procedure to define the controls needed for the identification, storage, protection, retrieval, retention and disposition of records. Records shall remain legible, readily identifiable and retrievable.”

De los puntos que menciona el estándar podemos destacar aquellos que intervienen directamente con el proyecto:

- **Legibilidad:** El estándar nos dice que si un documento está escrito a mano, debe de ser verificada su correcta lectura. Adicionalmente se debe de mitigar las causas que provocan el deterioro del texto en los documentos.
- **Identificable:** La norma específica que cada registro debe de ser identificable por medio de fecha, ubicación, código u otro método apropiado que permita encontrar el registro sin ambigüedades.
- **Recuperable:** Cada registro que exista debe de ser recuperable de forma simple.
- **Protección:** El estándar exige que se encuentre documentada una política de respaldo para la documentación.
- **Eliminación:** La norma exige que se existan políticas de cómo y cuándo se deben de eliminar los registros una vez que hayan llegado a la caducidad.

Apéndice B – Casos de Uso

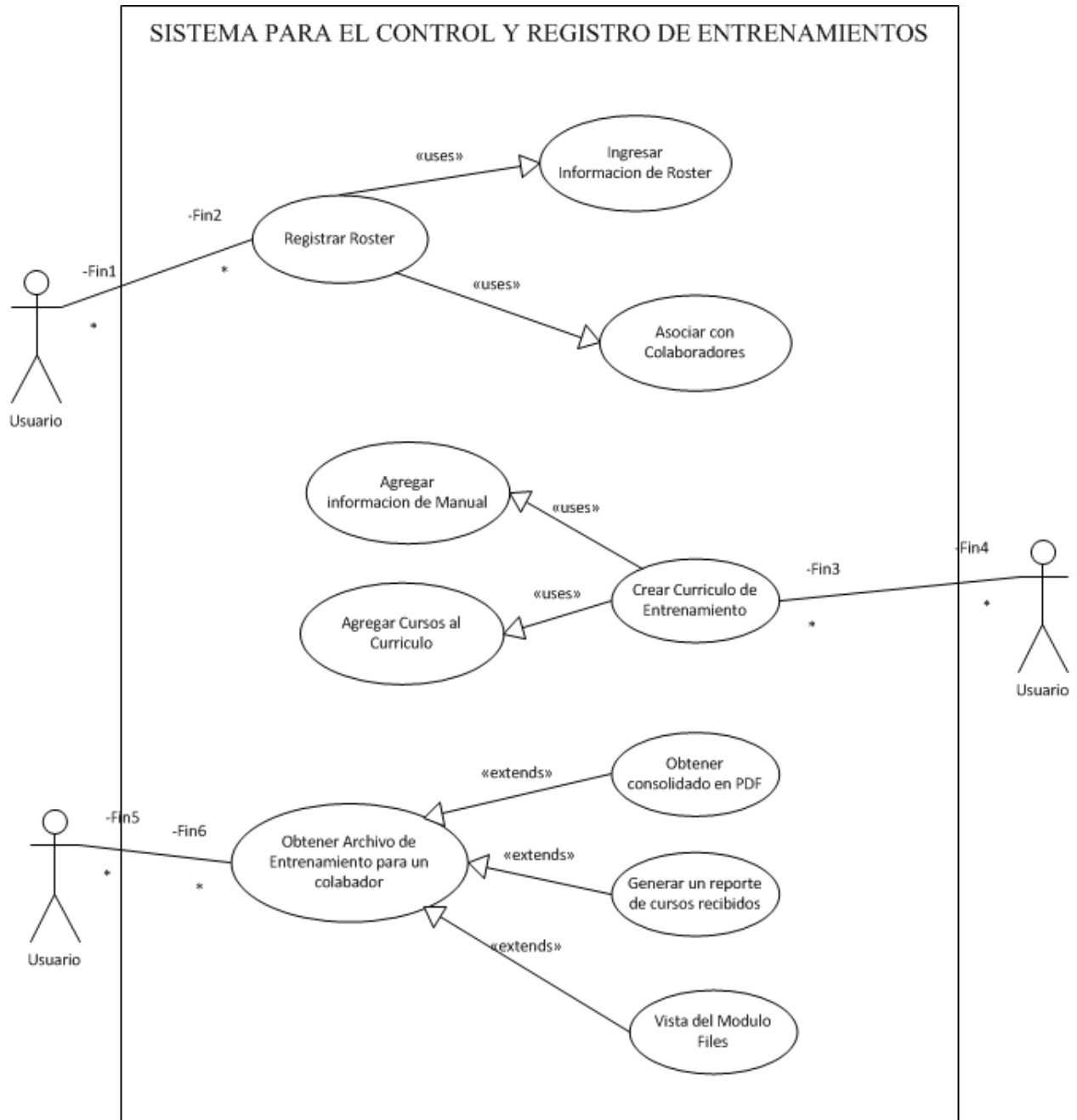


Figura 10. Diagrama de casos de uso .

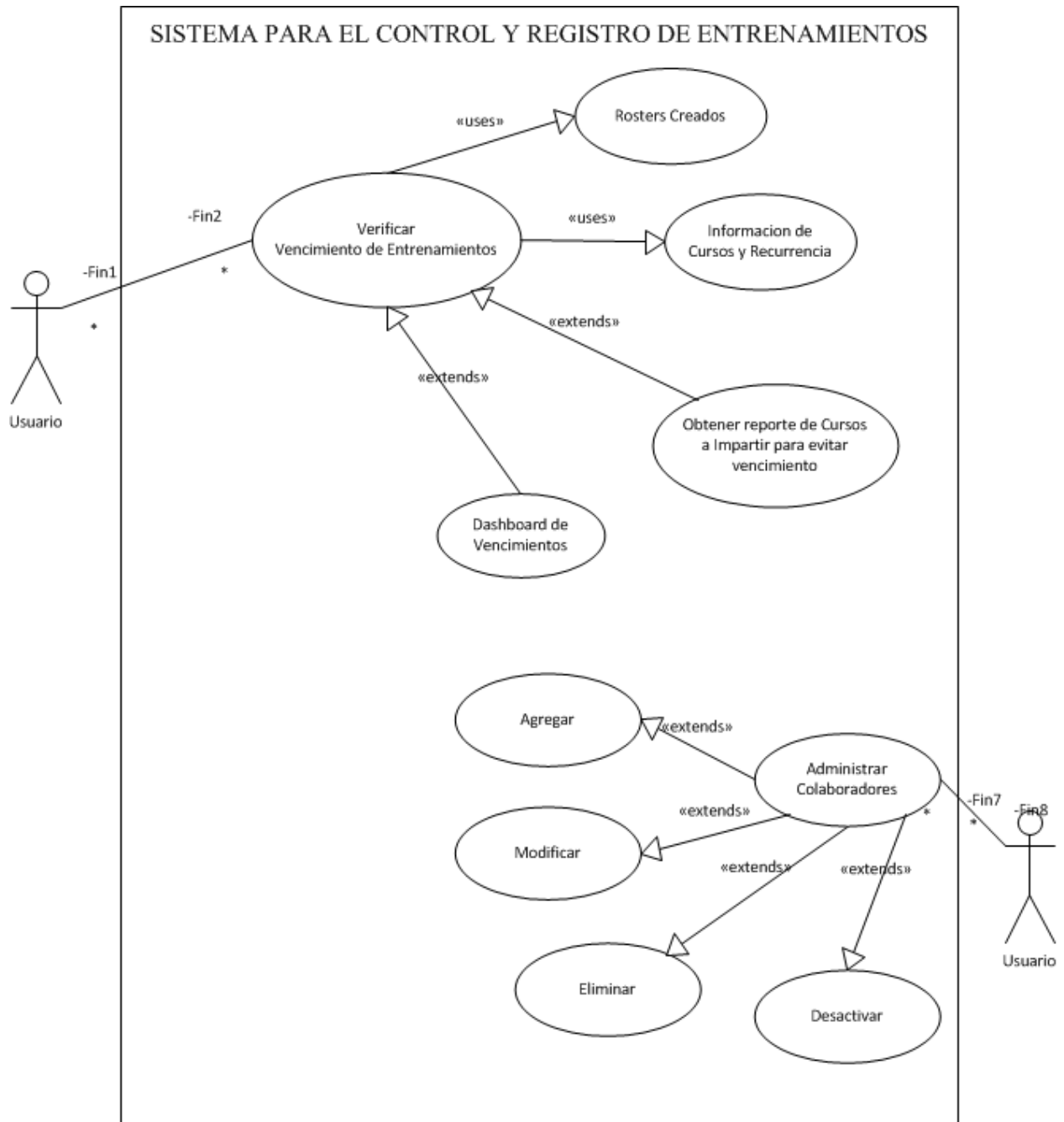


Figura 11. Diagrama de casos de uso.

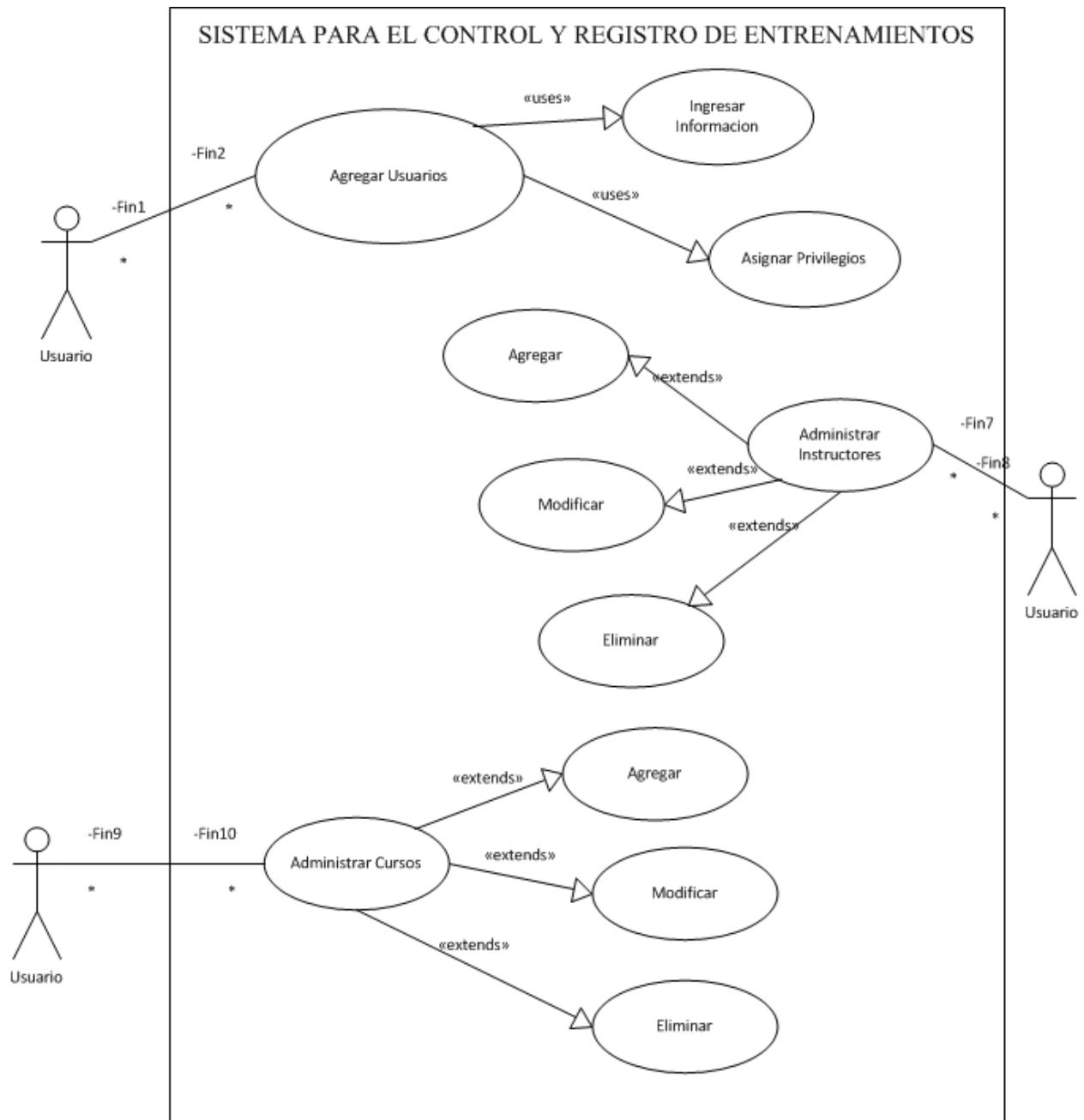


Figura 12. Diagrama de casos de uso.

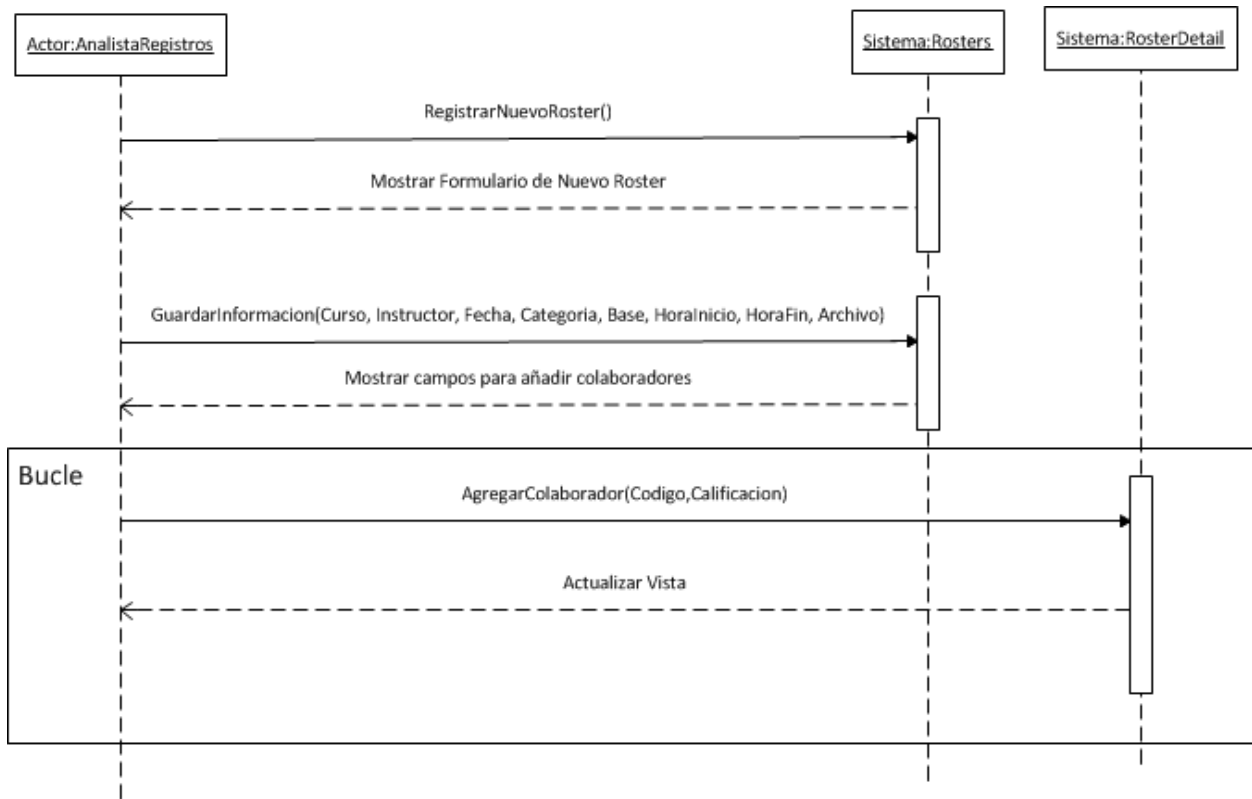


Figura 13. Diagrama de secuencia para agregar nuevos Rosters.

Apéndice C - Prototipos de Interfaz Gráfica

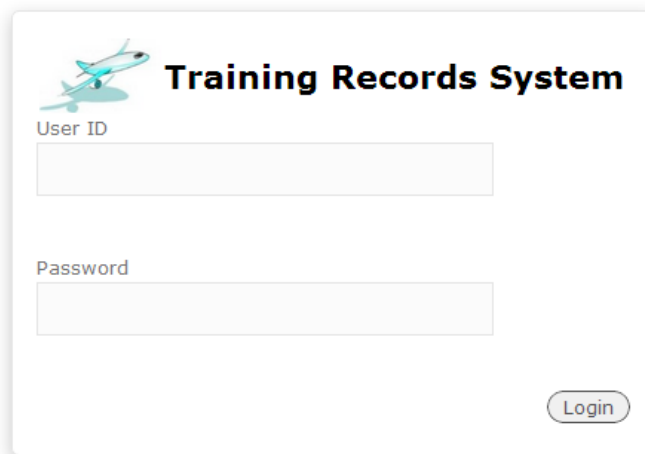


Figura 14. Prototipo de interfaz gráfica. Login

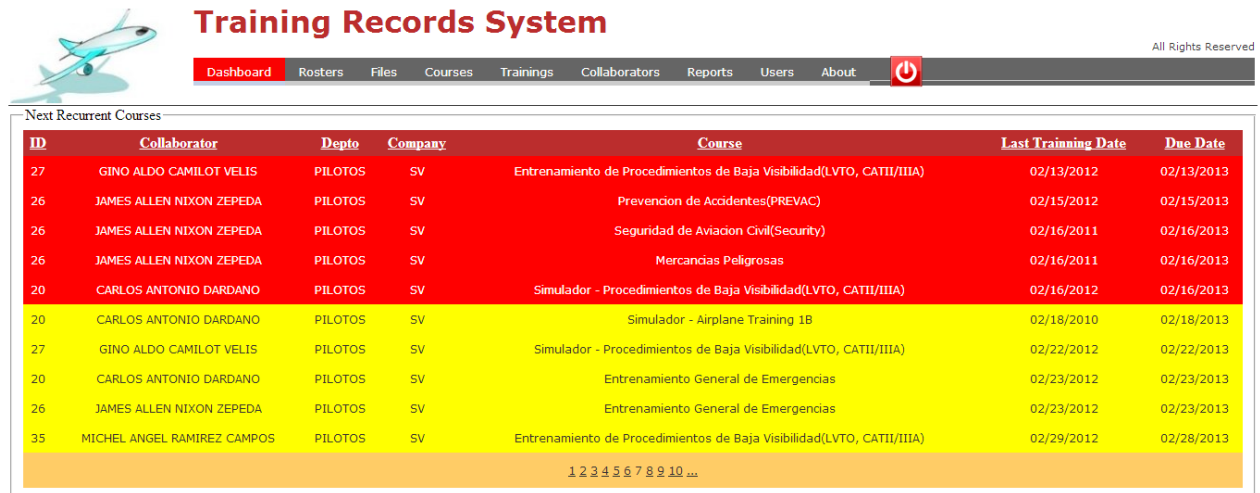


Figura 15. Prototipo de interfaz gráfica. Dashboard de Vencimientos

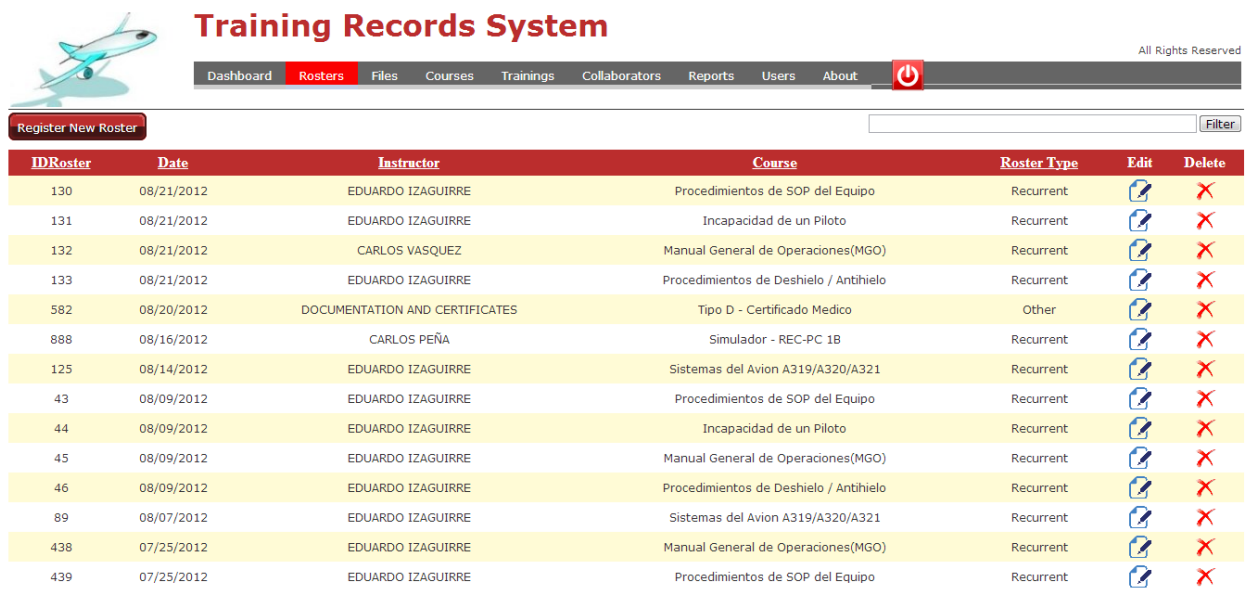



Figura 16. Prototipo de interfaz gráfica. Vista de Tabla de Registros de Entrenamiento



Training Records System

All Rights Reserved

Dashboard **Rosters** Files Courses Trainings Collaborators Reports Users About

[Back](#)

Roster

Course Type:

Course:

Instructor:

Roster Type:

Roster Date:

Station:

Start Time:

End Time:

Scanned File: No se ha seleccionado ningún archivo

Participants

Participant: Grade:

ID	Name	Depto	Company	Grade
27	GINO ALDO CAMILOT VELIS	PILOTOS	SV	100

Preview

Control de Asistencia Diaria
(Roster of Attendance (One Day Sheet))

AEROLÍNEA (AIRLINE) :

Ver notas al pie de página (See notes on footer)

Curso (Course): **ENTRENAMIENTO DE MANUAL GENERAL DE OPERACIONES (MGO)**

INICIAL (Initial) RECURRENTE (Recurrent) NO APLICA (Not applicable)

FECHA (Date): 21-AGOSTO-2012 ESTACION (Station): SAL

HORA DE INICIO (Starting time): 10:30 HORA DE FINALIZACION (Ending Time): 11:30


TEMAS IMPARTIDOS
(Subjects Covered)

- Últimos Cambios Relevantes.

- Prueba Evaluativa.

No.	NOMBRE DEL PARTICIPANTE (Name)	DEPT.	COD(EMP. (Emp. Code)	COMPANIA (Company)	NOTA (Grade)	FIRMA (Signature)

Figura 17. Prototipo de interfaz gráfica. Vista de Detalle de Registros de Entrenamiento



Training Records System

All Rights Reserved

Dashboard Rosters **Files** Courses Trainings Collaborators Reports Users About

Collaborator:

General Information

ID: Depto:

Name: Company:

Training A - Initial

IDRoster	Name	Date	Time	Station	Grade	Instructor	View
97	Entrenamiento de Operaciones CATII/CATIII	08/11/2009	255	SAL	100	ARTURO ALVARADO	
34	Manual de Prevencion de Accidentes y Seguridad de Vuelo(MSV)	03/30/2009	120	SAL	100	MIGUEL MOJICA	
33	Prevencion de Accidentes(PREVAC)	03/30/2009	435	SAL	100	MIGUEL MOJICA	
35	Vuelo Controlado hacia el Terreno(CFIT) y Accidentes en la Aproximacion(ALAR)	03/25/2009	570	SAL	100	LUIS FLORES	
36	Operaciones RNP-RNAV	03/04/2009	195	SAL	100	ROBERTO SERRANO	
284	Aproximaciones CATII/IIIA	12/15/2008	0	SAL	100	DOCUMENTATION AND CERTIFICATES	
282	Aproximaciones CATII/IIIA	11/27/2008	0	SAL	100	MICHEL RAMIREZ	
38	Simulador - Procedimientos de Baja Visibilidad(LVTO, CATII/IIIA)	09/17/2008	240	ORLANDO	100	OSWALDO JIMENEZ	
37	Entrenamiento de Operaciones CATII/CATIII	09/11/2008	255	SAL	100	ARTURO ALVARADO	
39	Separacion Vertical Minima Reducidad(RVSM)	01/12/2005	255	SAL	100	JOSE HASBUN	

Training B - Recurrent

IDRoster	Name	Date	Time	Station	Grade	Instructor	View
888	Simulador - REC-PC 1B	08/16/2012	240	SAL	100	CARLOS PEÑA	
45	Manual General de Operaciones(MGO)	08/09/2012	60	SAL	100	EDUARDO IZAGUIRRE	

Figura 18. Prototipo de interfaz gráfica. Módulo Files

Training

Training ID: 1

Name: Entrenamiento de Conversion al Operador

Date: 08/20/2010

Manual: MEP

Catalog: 06.01.00

Revision Number: 30A

Target: Pilots

Save

Curriculum Segments

Course: Aproximaciones CATII/IIIA

Hrs Required: : Remarks: Add

Course ID	Course	Hours	Remarks	Delete
1	Instruccion Operacional	39.25		X
2	Manual General de Operaciones(MGO)	3.75		X
3	Entrenamiento General de Emergencias	6		X

Figura 19. Prototipo de interfaz gráfica. Modificación de Currículos de Entrenamiento

Report Configuration

Report: Courses Recieved By Collaborator

Collaborator: CARLOS ANTONIO DARDANO

Generate Report

Figura 20. Prototipo de interfaz gráfica. Configuración para la generación de reportes

Ref	Date	Course	Type	Instructor	Grade
888	08/16/2012	Simulador - REC-PC 1B	Recurrent	CARLOS PEÑA	100
43	08/09/2012	Procedimientos de SOP del Equipo	Recurrent	EDUARDO IZAGUIRRE	100
44	08/09/2012	Incapacidad de un Piloto	Recurrent	EDUARDO IZAGUIRRE	100
45	08/09/2012	Manual General de Operaciones(MGO)	Recurrent	EDUARDO IZAGUIRRE	100
46	08/09/2012	Procedimientos de Deshielo / Antihielo	Recurrent	EDUARDO IZAGUIRRE	100
89	08/07/2012	Sistemas del Avion A319/A320/A321	Recurrent	EDUARDO IZAGUIRRE	100
285	06/29/2012	Cambio Mes Base	Recurrent	DOCUMENTATION AND CERTIFICATES	0
283	06/29/2012	Cambio Mes Base	Recurrent	DOCUMENTATION AND CERTIFICATES	0
113	04/16/2012	Line Check A319/A320/A321	Line Checks	MICHEL RAMIREZ	100
108	03/28/2012	Tipo D - Certificado Medico	Other	DOCUMENTATION AND CERTIFICATES	0
47	03/26/2012	Vuelo Controlado hacia el Terreno(CFIT) y Accidentes en la Aproximacion(ALAR)	Recurrent	LUIS ALFREDO HERRERA	100
48	03/26/2012	Prevencion de Accidentes(PREVAC)	Recurrent	LUIS ALFREDO HERRERA	100
111	03/10/2012	Tipo D - Licencia FAA ATP	Other	DOCUMENTATION AND CERTIFICATES	0
67	03/01/2012	Complete Resource Management(CRM)	Recurrent	CARLOS FERNANDO ESTRADA	100
472	02/23/2012	Evaluacion - Entrenamiento General de Emergencias	Recurrent	FRANCISCO HERNANDEZ	100
473	02/23/2012	Entrenamiento General de Emergencias	Recurrent	FRANCISCO HERNANDEZ	100
40	02/17/2012	Simulador - REC-PC 1A	Recurrent	ROBERTO SERRANO	100
42	02/16/2012	Simulador - Procedimientos de Baja Visibilidad(LVTO, CATII/IIIA)	Recurrent	ROBERTO SERRANO	100
91	02/14/2012	Sistemas del Avion A319/A320/A321 1A	Recurrent	E-LEARNING	93

Figura 21. Prototipo de interfaz gráfica. Formato de Reportes

Training Records System

Dashboard Rosters Files Courses Trainings Collaborators Reports **Users** About

User

User ID:

Name:

Email:

Password:

Confirm Password:

Permissions

View Users Create, Edit Users Delete User

View Rosters Create, Edit Rosters Delete Roster

View Courses Create, Edit Courses Delete Course

View Trainings Create, Edit Trainings Delete Training

View Collaborators Create, Edit Collaborator Delete Collaborator

View and Generate Reports View Collaborator File

Figura 22. Prototipo de interfaz gráfica. Creación de nuevos usuarios.

Anexo D – Gastos para implementación de proyecto

Tabla 18

Detalle de costos de implantación de proyecto, sin adquisición de Hardware.

TEMPORAL HC	DIGITALIZACION DE FILES			
	HC	COSTO	TIEMPO	TOTAL
SV	2	\$300.00	1.5	\$ 900.00
CR	2	\$300.00	1.5	\$ 900.00
PE	2	\$300.00	2	\$ 1,200.00
Total				\$ 3,000.00
TRAVEL COSTS	PRESENTACION AUTORIDADES			
	HC	COSTO	TIEMPO	TOTAL
ATO TAX SJO	2	\$64.00	1	\$ 128.00
Hospedaje en SJO	2	\$120.84	1	\$ 241.68
Alimentación en SJO	2	\$36.00	2	\$ 144.00
Traslados en SJO	2	\$24.00	2	\$ 96.00
ATO TAX LIM	2	\$64.00	1	\$ 128.00
Hospedaje en LIM	2	\$93.50	2	\$ 374.00
Alimentación en LIM	2	\$42.00	3	\$ 252.00
Traslados en LIM	2	\$33.00	3	\$ 198.00
Inspección en SAL				\$ 50.00
Total				\$ 1,611.68
TRAVEL COSTS	IMPLEMENTACION DEL SISTEMA			
	HC	COSTO	TIEMPO	TOTAL
ATO TAX SJO	1	\$64.00	1	\$ 64.00
Hospedaje en SJO	1	\$120.84	3	\$ 362.52
Alimentación en SJO	1	\$36.00	4	\$ 144.00
Traslados en SJO	1	\$39.00	4	\$ 156.00
ATO TAX LIM	1	\$64.00	1	\$ 64.00
Hospedaje en LIM	1	\$93.50	4	\$ 374.00
Alimentación en LIM	1	\$42.00	5	\$ 210.00
Traslados en LIM	1	\$55.00	5	\$ 275.00
Total				\$ 1,649.52

TOTAL	\$ 6,261.20
--------------	--------------------