

UNIVERSIDAD SIGLO 21



Licenciatura en Informática
Trabajo final de graduación
Prototipo Tecnológico

Sistema de monitoreo de somnolencia

Sguazzin Cristian Martin

Legajo: VIN06370

Año: 2020

Resumen

En Argentina uno de los sectores laborales más castigados por su alta tasa de accidentes fatales debido al estado de somnolencia del conductor es, sin duda, el que corresponde al transporte, más específicamente el transporte de larga distancia y entre ellos los ómnibus interurbanos que cuentan con limitados recursos tecnológicos de asistencia al conductor y supervisión del mismo.

El objetivo de este trabajo fue el de proveer un sistema capaz de verificar el estado de fatiga de un chófer que se encuentra en ruta o a punto de iniciar su recorrido y alertar a las autoridades pertinentes si se presenta un estado peligrosamente elevado de somnolencia a fin de tomar acciones preventivas que disminuyan significativamente o eviten accidentes y errores fatales por parte de los chóferes.

El desarrollo del sistema facilitó la obtención de métricas que permitieron tomar decisiones en tiempo real y aseguraron la integridad de los usuarios a bordo, los conductores y la población en general.

Finalmente, se trabajó en la recopilación de registros que permitieron la reducción de tiempo en la toma de decisiones y, en forma preventiva, aseguran que el conductor no alcance un estado peligrosamente alto de fatiga.

Palabras claves: Transporte, monitoreo, fatiga.

Abstract

In Argentina, one of the labor sectors most punished for its high rate of fatal accidents due to the state of drowsiness of the driver is, without a doubt, the one that corresponds to transport, more specifically long-distance transport and among them the intercity buses that have limited technological resources for driver assistance and driver supervision.

The objective of this work was to provide a system capable of verifying the fatigue state of a driver who is on the road or about to start his journey and alert the relevant authorities if a dangerously high state of drowsiness occurs in order to take preventive actions that significantly reduce or prevent accidents and fatal errors by drivers.

The development of the system facilitated the obtaining of metrics that allowed making decisions in real time and ensured the integrity of users on board, drivers and the general population.

Finally, work was done on the compilation of records that allowed the reduction of time in decision-making and, preventively, ensure that the driver does not reach a dangerously high state of fatigue.

Key words: Transport, monitoring, fatigue.

CONTENIDO

Título.....	1
Introducción	1
Antecedentes.....	2
Descripción del área problemática.....	3
Justificación	3
Objetivo general del proyecto.....	4
Objetivos específicos del proyecto.....	5
Marco teórico referencial.....	5
Dominio del problema.....	5
Actividad del cliente	7
TICs.....	8
Competencias	14
Diseño Metodológico	15
Relevamiento.....	18
Relevamiento estructural	18
Relevamiento funcional.....	19
Relevamiento de documentación.....	23
Procesos de negocio.....	24
Diagnóstico y propuesta.....	25
Objetivos, Límites y Alcances del Prototipo	27
Objetivos del prototipo.....	27
Límites.....	27
Alcance.....	27
No contempla	27

Descripción del sistema	28
Product Backlog	28
Historias de usuario	29
Sprint Backlog	33
Diagrama de clase.....	34
Diagrama de entidad-relación	36
Prototipos de interfaces de pantallas.....	37
Diagrama de arquitectura.....	40
Seguridad.....	41
Acceso a la aplicación	41
Política de respaldo de información	43
Análisis de costos.....	49
Análisis de riesgos.....	53
Conclusiones.....	57
Referencias	59
Anexo	62

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Vincha SmartCap.....	12
Ilustración 2 Diagrama de Gantt.....	17
Ilustración 3 Organigrama modelo general.....	19
Ilustración 4 Ejemplo de Planilla para control de conductores.....	23
Ilustración 5 Diagrama BPMN.....	24
Ilustración 6 Sprint Backlog	33
Ilustración 7 Diagrama De clases WebSite	34
Ilustración 8 Diagrama de clases WebService	35
Ilustración 9 DER (Diagrama entidad relación).....	36
Ilustración 10 Interfaz Dashboard Alarmas	37
Ilustración 11 Interfaz listado de Conductores.....	38
Ilustración 12 Interfaz Listado de Alarmas	39
Ilustración 13 Diagrama de arquitectura.....	40
Ilustración 14 Diagrama de secuencia acceso valido	42
Ilustración 15 Diagrama de secuencia acceso No valido.....	43
Ilustración 16 Diagrama de arquitectura NAS red local	45
Ilustración 17 Diagrama de arquitectura NAS con ISP.....	45
Ilustración 18 Diagrama de arquitectura NAS y Cloud Storage.....	46
Ilustración 20 Nivel de RAID1	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis de competencia.....	15
Tabla 2 Historias de usuario.....	32
Tabla 3 SSD vs HDD	48
Tabla 4 Costos Hardware	51
Tabla 5 Costos Telecomunicaciones	51
Tabla 6 Costos Software	52
Tabla 7 Costos Personal	52
Tabla 8 Costo Total	53
Tabla 9 Matriz de evaluación de riesgos.	54
Tabla 10 Plan de respuesta	55

TÍTULO

Sistema de monitoreo de somnolencia.

INTRODUCCIÓN

Actualmente los accidentes de tránsito relacionados con ómnibus de larga distancia siguen siendo una problemática que lejos está de resolverse. Titulares como “Pese a los últimos accidentes, la Cámara Empresaria de Micros niega que los ómnibus de doble piso sean inseguros” (A24, enero del 2020) o “Cruda estadística: un accidente con un ómnibus de dos pisos cada mes” (La nación, 4 de febrero de 2020) nos retratan un escenario de accidentes que mantiene en constante preocupación a los usuarios y autoridades de dicho servicio.

El MBP (Manual de buenas prácticas) / Transporte de Pasajeros elaborado en el marco de la comisión cuatripartita del sector expresa lo siguiente:

El transporte de pasajeros de larga distancia es un sector servicios de vital importancia tanto para el acercamiento de las personas, como para el impulso económico de un país.

La posibilidad de traslado de la población, ha constituido históricamente en el mundo uno de los determinantes del progreso o retroceso de las sociedades. El transporte en sí mismo no produce bienes de consumo tangibles, pero hace posible que estos se produzcan al trasladar a miles de usuarios, satisfaciendo sus necesidades de movilidad e impulsando la actividad económica.

El traslado de pasajeros de larga distancia representa el 90% de los viajes anuales del país. (Mariezcurrera, P., 2016)

El siguiente trabajo de prototipado tecnológico se busca suplir los problemas anteriormente mencionados dando información que permita predecir cuándo se está

por presentar un escenario de posible accidente con motivo de somnolencia de los conductores.

Antecedentes

Como manifiesta la versión actualizada del estudio original que se presentó al Consejo Directivo de la organización Panamericana de salud, en su XX Reunión (Washington, DC., 27 de septiembre de 1971) expuesto en el boletín de la oficina sanitaria panamericana en enero de 1972:

Los accidentes del tránsito se conocen probablemente desde que el hombre empezó a trasladarse de un lugar a otro. Sin duda cabe imaginar encuentros entre dos bueyes o dos camellos o el atropellamiento de un peatón por un jinete, pero en el orden de las tribulaciones que afligían a la humanidad estos sucesos ocupaban un lugar muy inferior. (Adriasola G., Olivares C. y Díaz Coller C., 1972)

La fatiga mental se describe como un cambio en los estados tanto psicológicos como fisiológicos que un individuo experimenta durante el desarrollo de una actividad cognitiva que demanda alta concentración durante un prolongado período de tiempo. Estos cambios se manifiestan principalmente como una baja en el desempeño cognitivo y psicomotor del sujeto. Es decir, un deterioro en la eficiencia durante la realización de una labor. A consecuencia de esto, la fatiga mental está vinculada a un estado de disminución de alerta, donde gradualmente predomina el cansancio y la falta de energía. (López Droguett, E., 2018)

En estudios psicométricos se ha demostrado que mantenerse despierto durante 17 horas perturba la capacidad de conducir un vehículo de forma similar al efecto producido por una concentración de alcohol en la sangre de 0.5 g/L. Este valor es la máxima concentración de alcohol en sangre

permitida por la ley para conducir vehículos particulares en nuestro país (recuérdese que la ley prohíbe la ingesta de alcohol en los conductores profesionales de carga o pasajeros). (Cardinali D. y Pérez Chada D., 2007)

Las empresas responsables de traslados masivos de pasajeros enfrentan entonces un problema humanitario que deben suplir dadas las consecuencias tanto en vidas humanas, daños irreparables a sus usuarios como los costos económicos y posibles problemas judiciales que deberán afrontar por no tomar las debidas precauciones.

La tecnología ha dado grandes saltos que permiten al día de hoy, idear una estrategia de monitoreo que favorezca la prevención de posibles accidentes y una mejora significativa de la precisión en cuanto a la toma de decisiones. Existen tecnologías que complementadas pueden acercarse a esta solución, pero no brindan soluciones específicas para empresas de micros de larga distancia.

Descripción del área problemática

Dada la falta de tecnología capaz de integrar métricas respecto al estado de somnolencia de los conductores con los procesos de negocio de las empresas de transporte, estas, se enfrentan a un problema que deriva en respuestas netamente estadísticas basadas en accidentes y entrevistas a sus conductores, no disponen de un sistema con la capacidad de informar en tiempo real el estado de somnolencia de los conductores que permita ejecutar maniobras preventivas.

JUSTIFICACIÓN

En el artículo accidentes de carretera y su relación con cansancio y somnolencia en conductores de ómnibus Se explica que:

En Argentina y en Israel se encontró que 43,7% y 31,3% de conductores profesionales de camiones respectivamente, habían presentado somnolencia mientras conducían. En una encuesta nacional hecha el año 2005 por la National Sleep Foundation (NSF) en EEUU, se encontró que 60% tuvo somnolencia al menos una vez en el último año, 37% habían pestañeado mientras conducían y 4% tuvieron un accidente o estuvieron a punto de accidentarse debido al pestañeo durante la conducción.

Los principales factores que causan somnolencia son déficit o privación de sueño, pobre calidad del sueño, disrupción del ritmo circadiano y uso de algunos medicamentos; pero, en el caso de los conductores además se asocia a viajes prolongados y falta de descanso. (Rosales Mayor, E., Egoavil Rojas, M., Natalie, E., Herrera, F., Edith, R., Baquerizo, M. y Leonor, L., 2009)

Las empresas relacionadas al transporte de pasajeros interurbanos, hablamos de vehículos tipo M3, carecen de herramientas de monitoreo y control de cansancio de sus conductores que les provea información para impedir siniestros vehiculares e integre estos datos a los procesos de control de dichas organizaciones.

El siguiente prototipado proporcionará métricas en tiempo real del estado de somnolencia de los conductores en sus diferentes trayectos, lo que permitirá evaluar el estado de fatiga de los mismos y así obrar como facilitador para la toma de decisiones en busca de reducir posibles accidentes en ruta.

OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Analizar, diseñar, desarrollar e implementar un sistema tecnológico que permita visualizar y monitorear en tiempo real el estado de los conductores de ómnibus de larga distancia para mejorar la toma de decisiones en busca de evitar accidentes causados por exceso de fatiga en los conductores.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO

- Identificar las métricas que permitan la evaluación de los conductores.
- Identificar estados de somnolencia que ameriten el cambio de conductor previo a iniciar un recorrido y durante el recorrido.
- Llevar un control de nivel de cansancio de conductores en horas laborables.
- Centralizar la información de horas de manejo.

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Dominio del problema

Somnolencia:

La somnolencia, según consenso de investigadores y clínicos en el área, es una necesidad fisiológica básica. Puede ser considerada como el hambre o la sed, que también son necesidades fisiológicas básicas para la supervivencia de la persona. Una definición operacional de la somnolencia es la tendencia de la persona a quedarse dormido, también conocido como la propensión a dormirse o la habilidad de transición de la vigilia al sueño (Rosales Mayor E. y Mujica J., 2010)

Accidente:

“- Accidente: Evento imprevisto y repentino sucedido por un hecho o con ocasión de un trabajo y que provoca en el organismo una lesión o un trastorno funcional permanente o pasajero.” (Sigales Ruiz S. ,2010)

Transporte urbano:

“Estos viajes son cortos, muy frecuentes y recurrentes.” (Balta Espinoza S., Barrón Rivera A., Benites Dominich E., Casas Franca J. y Castillo Quispe A., 2014)

Transporte interurbano:

“Estos viajes son largos menos frecuentes y recurrentes.” (Balta Espinoza S. et al., 2014)

Marco Legal:

En lo que respecta al marco jurídico encargado de regular las operaciones de los servicios de transporte interurbano, turismo y de traslado de pasajeros, existen algunas leyes con sus respectivos artículos que son de vital interés, las mismas se describen a continuación y en forma resumida exhibiendo solo aquellos puntos que resultan de interés particular, adicionalmente estarán disponibles en el apartado de anexos.

Transporte interurbano de pasajeros:

Transporte por automotor de pasajeros decreto 958/92, Art. 39.

Requisitos de la comunicación - En la comunicación previa mencionada, el transportista deberá exclusivamente informar:

a) Identificación de la unidad y sus características y en su caso, mención del propietario y del contrato en virtud del cual se tenga la posesión del vehículo. b) Lugar de partida, itinerario a cumplir, y lugar de llegada con mención de las fechas de partida y regreso. c) Motivo que origina el viaje.

(Decreto 958/92, 1992)

Régimen de penalidades:

Transporte de pasajeros: decreto 253/1995 modificado por decreto 1395/1998.

Artículo 84:

Igual sanción recaerá en caso de incumplimiento durante la vigencia del permiso, autorización, habilitación o inscripción de la obligación de

disponer la infraestructura mínima necesaria para la guarda de vehículos y descanso del personal.

ARTICULO 95:

La empresa de transporte cuyo personal no adoptase las medidas tendientes a garantizar la seguridad del servicio y de los pasajeros transportados, cuando se verifiquen situaciones de intransitabilidad, en los términos previstos por el Artículo 6° del Decreto N° 692/92, será sancionada con multa de DOS MIL (2.000) a VEINTE MIL (20.000) boletos mínimos.

ARTICULO 96:

La conducción imprudente o a excesiva velocidad, en infracción a las normas de tránsito; la prestación de servicios con conductores que no hubiesen cumplido con el descanso mínimo reglamentario; la prestación de servicios en violación a las normas que reglamentan la doble conducción o con conductores que se encontrasen en estado de ebriedad o que por cualquier causa vieran afectada su capacidad psicofísica para la conducción, será penada, sin perjuicio de las sanciones que correspondan al conductor, con multa de TRES MIL (3.000) a TREINTA MIL (30.000) boletos mínimos, por cada una de las faltas tipificadas.

(Decreto 253/1995, 1992)

Actividad del cliente

Utilizando una empresa modelada, nos enfocaremos en un mercado de transporte terrestre de pasajeros (ómnibus) que ejecutan transportaciones de pasajeros, encomiendas y equipaje en cualquier distancia con pasajeros nacionales y extranjeros.

La gestión de empresas de transporte abarca todas las acciones que están destinadas a lograr los objetivos empresariales enmarcados dentro de los procedimientos y las reglas del mercado del transporte.

Como en cualquier otra empresa, estas acciones se enmarcan en los siguientes grandes bloques de actividades:

- 1) planificación estratégica.
- 2) organización operativa.
- 3) dirección técnica y empresarial.
- 4) control de las operaciones y de la calidad del servicio.

Así, se podría decir que la gestión de empresas de transporte consiste en asumir la responsabilidad de conducir la empresa por la “carretera” que supone el marco legislativo y las reglas del juego del mundo del transporte, dirigiéndolas hacia objetivos concretos a lo largo de un periodo específico (Eadic, 2016)

TICs

Lenguaje de programación:

Un lenguaje de programación es una serie de reglas que establecen qué descripciones serán aceptadas y ejecutadas y cuales no tienen sentido para el mecanismo de ejecución provisto por la computadora. Además, estas reglas están diseñadas de manera composicional, para que sea sencillo construir programas de mayor envergadura. (Martínes, E., 2013, p. 26)

Paradigma de programación:

“Paradigma: teoría cuyo núcleo central [...] suministra la base y modelo para resolver problemas [...]”. (Definición de la Real academia española, vigésimo tercera edición)

“Cómo tal, nos enseña un método, probado y estudiado, el cual se basa en las interacciones de objetos para resolver las necesidades de un sistema informático.”
(Bahit, 2012, p. 21)

POO:

“La Programación Orientada a Objetos (POO) es un paradigma de programación el cual se construye sobre la base del lenguaje natural, para diseñar los objetos de un sistema informático, sus características y forma en la que se relacionan.”
(Bahit, 2012, p. 26)

.NET:

.NET Framework proporciona un entorno de programación orientada a objetos y un entorno de ejecución para construir aplicaciones de escritorio o para la Web. Consta de dos componentes principales: el CLR (Common Language Runtime), que es el motor de ejecución que controla las aplicaciones en ejecución, y la biblioteca de clases de .NET Framework¹, que proporciona una biblioteca de código probado y reutilizable para el desarrollo de aplicaciones, de la que forman parte Windows Forms y WPF², entre otras. (Ceballos J., 2013, p. 33)

C# (C.Sharp):

¹ Framework: Marco de trabajo

² API para crear interfaces de usuario (UI)

C#, pronunciado C Sharp, es actualmente, junto con Java, uno de los lenguajes de programación más populares en Internet. Pero, además, apoyándose en la biblioteca .NET, está disponible para el desarrollo de aplicaciones de propósito general, aplicaciones con interfaz gráfica, aplicaciones para Internet y aplicaciones para móviles. (Ceballos J., 2013, p. 25)

C#(C.Sharp) es entonces, un lenguaje conveniente para el desarrollo de aplicaciones basadas en el paradigma de programación orientado a objetos, por su facilidad, gran caudal de documentación y soporte brindado por sus creadores así como por la comunidad de desarrolladores que trabajan en este lenguaje, dado que pertenece a la familia de productos Microsoft es compatible con muchas de sus aplicaciones lo que facilita el trabajo de desarrollo, tanto de aplicaciones web con ASP.NET como de aplicaciones con bases de datos con ADO.NET.

Visual Studio:

Visual Studio es un conjunto completo de herramientas de desarrollo para construir aplicaciones web, servicios web, aplicaciones Windows o de escritorio y aplicaciones para dispositivos móviles. El entorno de desarrollo integrado que ofrece esta plataforma con todas sus herramientas y con la biblioteca de clases .NET Framework es compartido en su totalidad por Visual C (Ceballos J., 2013, p. 41)

Permite la creación de programas, depuración de código, manejo sencillo de interfaces graficas de usuario (UI) además de proporcionar una aplicación de autocompletado denominada Microsoft IntelliSense que le permite al desarrollador completar el código sin errores recordando una parte del código, evitando así errores de sintaxis.

Arquitectura:

El diseño de la arquitectura de un sistema es el proceso por el cual se define una solución para los requisitos técnicos y operacionales del mismo. Este proceso define qué componentes forman el sistema, cómo se relacionan entre ellos, y cómo mediante su interacción llevan a cabo la funcionalidad especificada, cumpliendo con los criterios de calidad indicados como seguridad, disponibilidad, eficiencia o usabilidad. (De la Torre C., Zorrilla U., Ramos M. y Calvarro J., 2011, p. 12)

Patrón MVC:

El patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC) surge con el objetivo de reducir el esfuerzo de programación, necesario en la implementación de sistemas múltiples y sincronizados de los mismos datos, a partir de estandarizar el diseño de las aplicaciones. El patrón MVC es un paradigma que divide las partes que conforman una aplicación en el Modelo, las Vistas y los Controladores, permitiendo la implementación por separado de cada elemento, garantizando así la actualización y mantenimiento del software de forma sencilla y en un reducido espacio de tiempo. A partir del uso de frameworks basados en el patrón MVC se puede lograr una mejor organización del trabajo y mayor especialización de los desarrolladores y diseñadores. (Fernández Y. y Díaz Y., 2012, p. 1)

Vincha de monitoreo de ondas EEG del fabricante SmartCap:

Monitor de EEG (ondas cerebrales). Utiliza tecnología de ondas cerebrales que permiten determinar el estado de somnolencia y/o fatiga de una persona con un grado de exactitud y precisión ya que al utilizar últimas tecnologías eliminan los microsleep permitiendo mediciones de fatiga más precisas.



Ilustración 1 | Vincha SmartCap

Recuperado de: <http://www.smartcaptech.com/life-smart-cap/>

EEG (Ondas cerebrales):

Un electroencefalograma (EEG) es un estudio que detecta la actividad eléctrica del cerebro mediante pequeños discos metálicos (electrodos) fijados sobre el cuero cabelludo. Las células del cerebro se comunican a través de impulsos eléctricos y están activas todo el tiempo, incluso mientras duermes. Esta actividad se manifiesta como líneas onduladas en un registro electroencefalográfico.

Un EEG es uno de los estudios principales para diagnosticar la epilepsia. Un EEG también puede cumplir una función en el diagnóstico de otros trastornos cerebrales, como trastornos del sueño (Mayo Clinic, 2018)

SignalR:

ASP.NET SignalR es una biblioteca para desarrolladores de ASP.NET que simplifica el proceso de agregar funcionalidad web en tiempo real a las aplicaciones. La funcionalidad web en tiempo real es la capacidad de hacer que el código del servidor envíe contenido a los clientes conectados instantáneamente a medida que esté disponible, en lugar de que el servidor espere a que un cliente solicite nuevos datos.

SignalR se puede usar para agregar cualquier tipo de funcionalidad web "en tiempo real" a su aplicación ASP.NET. Si bien el chat se usa a menudo como un ejemplo, puede hacer mucho más. Cada vez que un usuario actualiza una página web para ver nuevos datos, o la página implementa un sondeo largo para recuperar nuevos datos, es candidato para usar SignalR. Los ejemplos incluyen paneles y aplicaciones de monitoreo, aplicaciones colaborativas (como la edición simultánea de documentos), actualizaciones del progreso del trabajo y formularios en tiempo real. (Microsoft, 2014)

AngularJS:

AngularJS es un marco estructural para aplicaciones web dinámicas. Le permite usar HTML como lenguaje de plantilla y le permite ampliar la sintaxis de HTML para expresar los componentes de la aplicación de forma clara y sucinta. El enlace de datos y la inserción de dependencias de AngularJS eliminan gran parte del código que de otro modo tendría que escribir. Y todo sucede dentro del navegador, por lo que es un socio ideal con cualquier tecnología de servidor. (Angular JS, 2010)

SQL:

El Lenguaje de Consulta Estructurado popularmente conocido por sus siglas en inglés como SQL, es un tipo de lenguaje de programación que ayuda a solucionar problemas específicos o relacionados con la

definición, manipulación e integridad de la información representada por los datos que se almacenan en las bases de datos. (Ramos P, 2018)

WCF:

“Windows Communication Foundation (WCF) es un marco para crear aplicaciones orientadas a servicios. Con WCF, puede enviar datos como mensajes asíncronos de un extremo de servicio a otro.” (Microsoft, 2017)

Competencias

En el marco del análisis de competencias se investigó a distintos oferentes que ofrecen productos de iguales características o similares y que pretenden dar solución a la problemática que abordamos.

La siguiente tabla ilustra las similitudes y diferencias entre los distintos productos del mismo rubro:

	Optalert	Wisetrack Corp.	GPSTEC	WEBSAT
Breve descripción	Monitoreo de somnolencia basado en infrarrojo			
Monitoreo en tiempo real	Si	Si	Si	Si
Ubicación GPS	Si	No	Desconocido	No
Alarmas por niveles de adormecimiento	Si	Si	Si	Si
Uso de tecnología infrarroja	Si	Si	Si	Si

Uso de tecnología EGG	No	No	No	No
------------------------------	----	----	----	----

Tabla 1 | Análisis de competencia

Fuente: Elaboración propia

Optalert [Software]. (2020). Recuperado de <https://www.adnconsulting.com.mx/optalert/>

Safety [Software]. (2020). Recuperado de <http://www.wisetrackcorp.com/prevencion-de-accidentes-safety/>

GPSTEC [Software]. (2020). Recuperado de <http://www.gpstec.com.ar/sensor-de-fatiga-del-conductor/>

WEBSAT [Software]. (2020). Recuperado de <https://web-sat.com.ar/#!/-inicio/>

DISEÑO METODOLÓGICO

Para el desarrollo de este proyecto se decidió utilizar metodologías Agiles como Scrum.

Se define a SCRUM, como:

“una colección de procesos para la gestión de proyectos, que permite centrarse en la entrega de valor para el cliente y la potenciación del equipo para lograr su máxima eficiencia, dentro de un esquema de mejora continua.” (Mariño S. y Alfonzo P., 2014)

Etapas del proceso:

- 1) Análisis de requerimientos.
- 2) Planificación de proyecto y estimaciones de tiempos de entrega en pequeños incrementos de software funcional.
- 3) Planificación de sprint.
- 4) Revisiones de sprint.
- 5) Retroalimentación.

Para el análisis de requerimientos se realizó una recolección de datos para la cual se implementaron entrevistas no estructuradas, estudio de leyes involucradas en los procesos de transporte de pasajeros y observaciones basadas en un conocimiento empírico generado a partir del uso de estos transportes.

Las herramientas de software utilizadas para el prototipo fueron Adobe XD como herramienta de mockup, Visual Studio 2017 como entorno de desarrollo integrado, MySQL WorkBench como manejador de bases de datos, Gantt Project para los diagramas de gestión de proyectos y Visual Paradigm para diagramación en términos de documentación técnica.

El siguiente diagrama de Gantt pretende ilustrar las fases del prototipado tecnológico del sistema de monitoreo de somnolencia.

Diagrama de Gantt

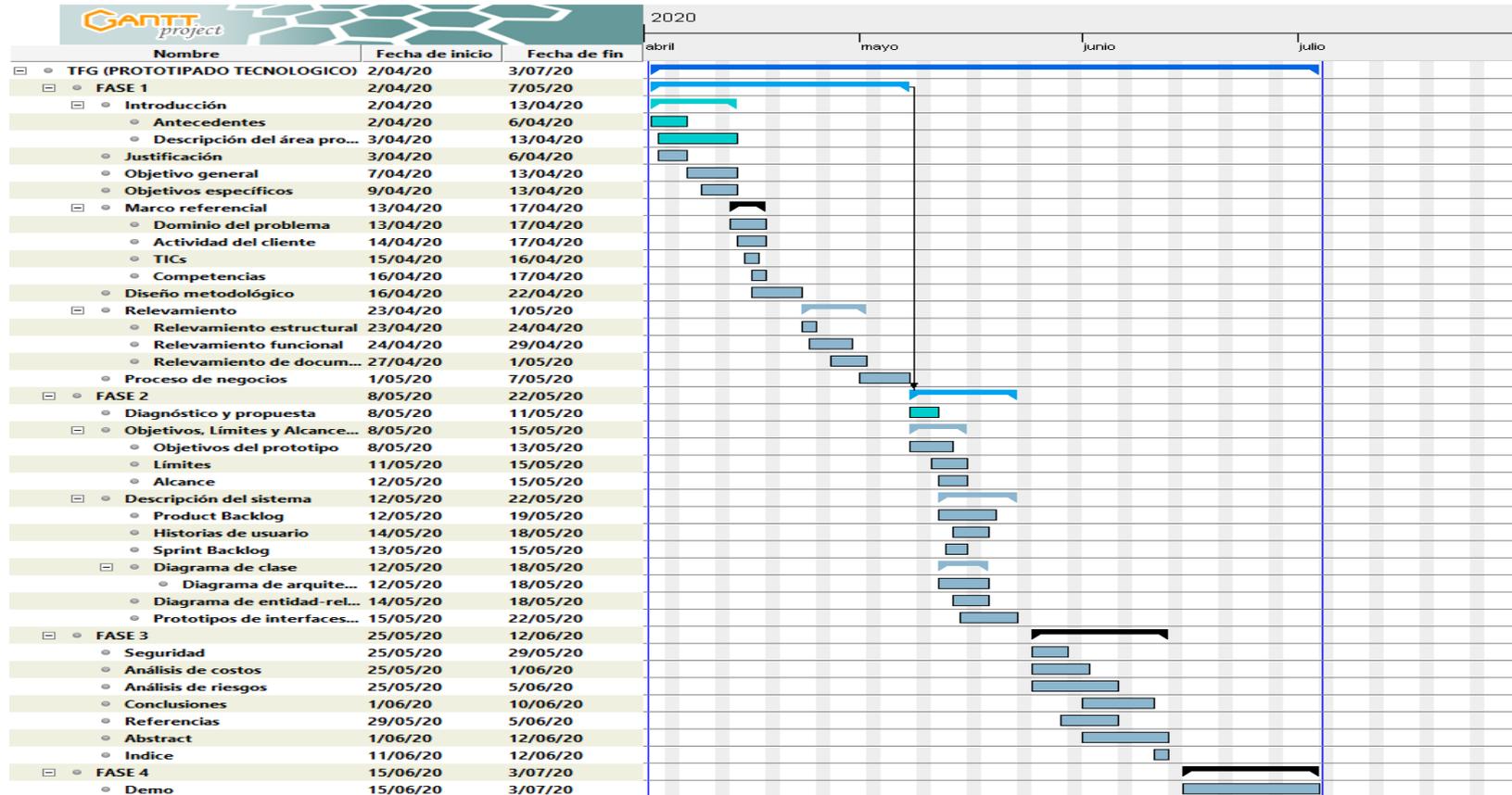


Ilustración 2 | Diagrama de Gantt

Fuente: Elaboración propia

RELEVAMIENTO

Relevamiento estructural

Dado que trabajábamos sobre una empresa modelada debemos pensar en un sistema con una visión sectorial y no para una empresa en específico ya que no es posible conocer la composición de la infraestructura informática o gestión documental, pero podemos lograr un acercamiento lo suficientemente preciso como para adentrarnos al relevamiento estructural de un sector empresarial.

La empresa utiliza un sistema de planillas manuales para el registro de llegada de conductores, sitio de salida, destino, registra el nombre del conductor y patente de la unidad.

Para esta empresa modelada necesitaremos contar con las siguientes tecnologías:

Hardware:

Servidor Dell Poweredge R610 2x Xeon X5660 64gb 2x450gb

- Procesadores 2x Intel Xeon X5660 Six Core 2.8GHz
- Memoria RAM 64GB DDR3 - Hasta 192 GB (12 ranuras DIMM): DDR3 de 1 GB/2 GB/4 GB/8 GB/16 GB hasta 1333 MHz
- Controladora PERC H700
- Discos Rígido 2x 450GB SAS 10K
- Capacidad máxima de almacenamiento interno Hasta 12 TB
- Fuente Redundante

Puestos de trabajo:

- OptiPlex 7070 Micro

- 8ª generación del procesador Intel® Core™ i5
- Windows 10 Pro
- Memoria de 8 GB
- Disco duro SATA a 6 Gb/s de 1 TB a 5400 rpm

Software implementado:

La empresa modelada cuenta con software propietario que no afecta la puesta en marcha del prototipo aquí expuesto.

Sus estaciones de trabajo funcionan con Windows 10 y todas disponen de capacidad suficiente para poder utilizar el sistema en desarrollo ya que nos basamos en light client.

Relevamiento funcional

Organigrama

Al tratarse de una empresa modelada se tomó como esquema genérico el esquema de una empresa de transporte.

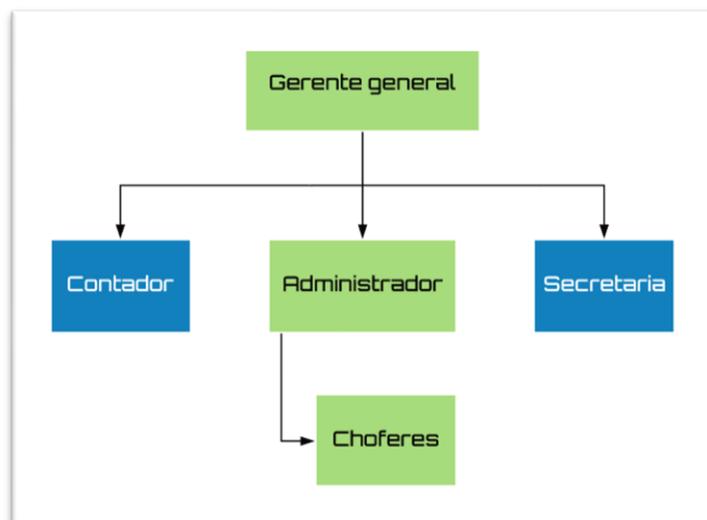


Ilustración 3 | Organigrama modelo general

Fuente: Elaboración propia

*Aquellos actores que interactúan directamente con el sistema de monitoreo de somnolencia han sido resaltados con un fondo verde.

Funciones de las Áreas

Nos enfocaremos en los 3 actores fundamentales que interactúan directamente con el sistema de monitoreo de somnolencia, Gerente general, Administradores, Choferes.

Responsable: *Gerente general y Administrador*

Responsabilidades: Implementar y dar marcha a los sistemas de calidad en la empresa, proporcionar personal capacitado, encargado también de la contratación de los recursos humanos, entre sus tareas está la de coordinar actividades orientadas a la planificación, mejora y medición de procesos de compra.

Responsable: *Administrador*

Responsabilidades: La responsabilidad del administrador incluye controlar cuentas, organizar entregas, brindar ayuda a los clientes con la compra de los boletos y responder a consultas de usuarios del servicio de transporte, entre sus tareas se encuentra la de mantener las unidades en óptimas condiciones supervisando programas correctivos y preventivos sobre los equipamientos que deberán usar los choferes. Sera el o los **administradores** los que tendrán a disposición el sistema de monitoreo que permitirá visualizar las métricas obtenidas de los choferes en ruta.

Responsable: *Chofer*

Responsabilidades: Brindar a los clientes las comodidades necesarias que facilitan el abordaje del micro interurbano, ordenar el ingreso al ómnibus y ordenar el equipaje de los pasajeros, verificar que dispongan del boleto necesario para abordar, conducir desde el punto de partida hacia el destino manteniendo la seguridad de sus pasajeros durante el viaje, entre sus tareas se encuentra la de tomar acciones ante una incidencia mecánica o de cualquier tipo que implique una falla en el vehículo de transporte, cualquier desperfecto mecánico deberá ser comunicado a la administración.

Procesos:

PR-001: Proceso de asignación de recorrido.

Roles: Administrativo (Planillero), chofer y conductor acompañante

Pasos:

- 1) El planillero verifica que choferes se encuentran en la zona de partida.
- 2) El planillero verifica que choferes cumplieron con las horas de descanso estipuladas por la Ley N° 21.297 Art. 197 que prevé un descanso mínimo de 12hs entre jornada y jornada.
- 3) El planillero selecciona los choferes que tenga mayor tiempo de descanso cumplido.
- 4) El planillero informa al chofer que debe partir en un determinado horario hacia un destino programado.
- 5) El chofer confirma recorrido.

PR-002: Proceso de cambio de conductor en ruta.

Roles: Choferes (Chofer principal y acompañante)

Pasos:

- 1) El chofer que cumple las 8 horas de jornada solicita el relevo al compañero.
- 2) El compañero (conductor secundario) toma el lugar de conducción.

PR-003: Proceso de seguimiento en ruta.

Roles: Administrativos.

Pasos:

- 1) El personal administrativo visualiza en un mapa web la locación de una unidad en movimiento vía aplicaciones brindadas por empresa de rastreo satelital.

PR-004: Proceso de cuantificación de horas trabajadas.

Roles: Administrativos.

Pasos:

- 1) El chofer completa una planilla de recorrido indicando la hora de partida en el lugar donde fue convocado para iniciar su jornada.
- 2) El chofer completa una planilla con horario de arribo a lugar a destino.

PROCESOS DE NEGOCIO

Diagrama BPMN (Business Process Model and Notation):

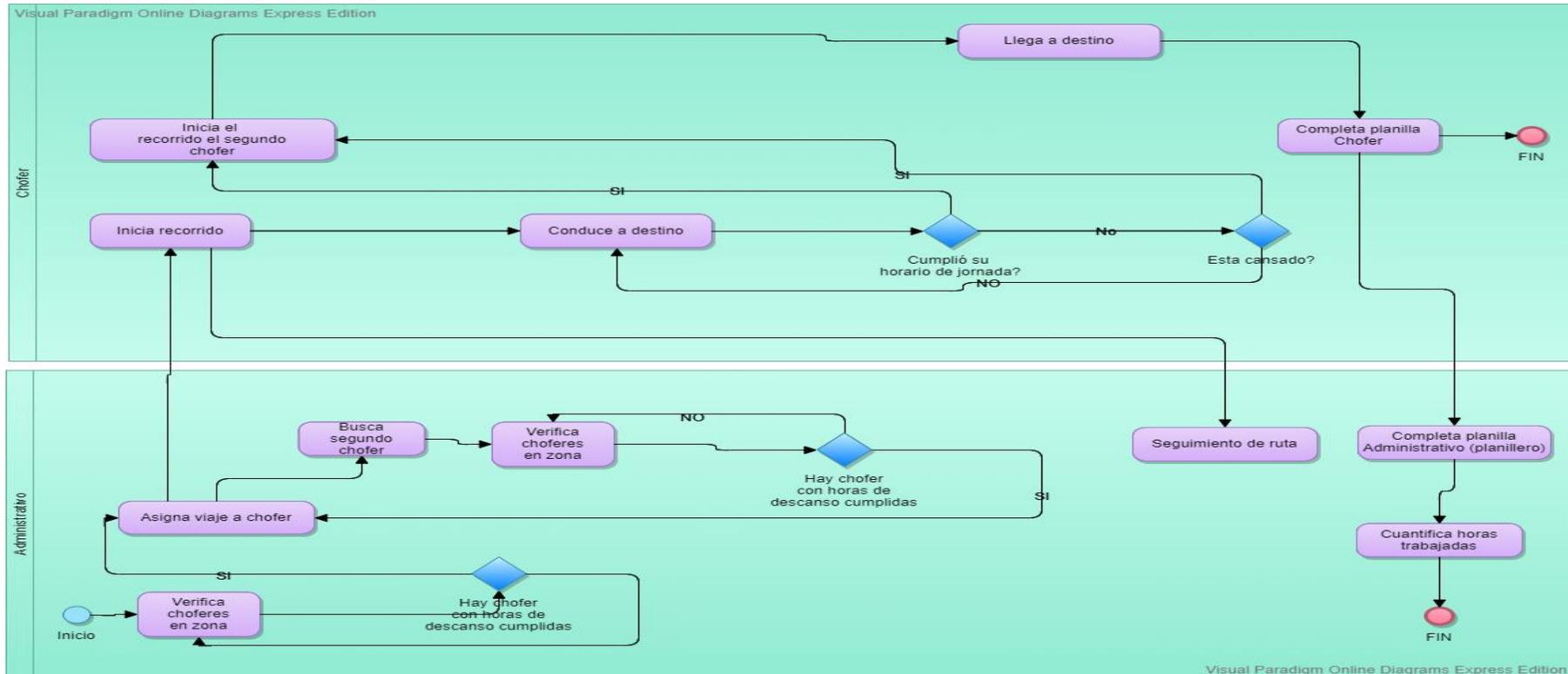


Ilustración 5 | Diagrama BPMN Fuente: Elaboración propia

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA

A partir de los procesos relevados se presenta el siguiente diagnóstico:

Proceso: PR-001: Proceso de asignación de recorrido.

Problema: Se desconoce el estado de fatiga del chofer

Causa: Si bien el chofer cumple sus 12 horas de descanso entre jornada y jornada, se desconoce el estado real en términos de descanso del conductor exceptuando su condición declarada.

Proceso: PR-002: Proceso de cambio de conductor en ruta.

Problema: No se tiene control sobre el cambio de conductor en ruta.

Causa: El cambio de conductor esta dado por el tiempo de jornada cumplida del chofer que maneja, sin embargo, al encontrarse fatigado el chofer puede pedirle al compañero que lo reemplace perdiendo así el control de horas cumplidas en cuanto a jornadas laborales se trata, si por motivos de cansancio un chofer decide intercambiar el turno las horas en planilla estarán mal contabilizadas impidiendo una buena gestión del descanso de los choferes.

Proceso: PR-003: Proceso de seguimiento en ruta.

Problema: El artefacto de seguimiento solo localiza la unidad en ruta.

Causa: El artefacto utilizado para rastreo satelital de las unidades en ruta solo permite la verificación de locación de la unidad, si un conductor se aleja de la unidad esto no es informado ni controlado por dicho dispositivo.

Proceso: PR-004: Proceso de cuantificación de horas trabajadas.

Problema: Las horas trabajadas están basadas en firmas planilla tanto en llegada como en partida de unidad.

Causa: No disponen de un sistema que pueda verificar las horas reales de conducción de una unidad.

Propuesta:

Tras identificar una problemática en el proceso de transporte de pasajeros que requería una pronta intervención en la cual se implementen mejoras en los procesos de negocio internos a fin de que no suban a las unidades choferes con estados peligrosos de fatiga, se propuso realizar un prototipo que mediante nuevas tecnologías satisfaga las necesidades de seguridad no solo para los usuarios de dichos medios de transporte, conductores de ómnibus y población en general (ya que un chofer con fatiga se convierte en un agente de riesgo para la población), sino que además abordara la falta de control interno por parte de la administración en lo que a los conductores se refiere, con un enfoque sistémico se logró determinar cuáles eran los requisitos a cubrir por una solución que se adaptase al modelo de negocio de una empresa con estas características.

Adaptando herramientas conocidas, probadas y utilizadas con gran éxito en otros sectores como por ejemplo SmartCap en sectores como la minería donde “En los dos años posteriores a la implementación, todos los usuarios de SmartCap en ambos sitios han disfrutado de un registro de incidentes de fatiga cero” (Smartcaptech, 2020) se encaró una propuesta de solución informática que brinda ahora la oportunidad de tomar decisiones que aumentan la seguridad que hasta ahora brindaba el servicio de transporte interurbano.

OBJETIVOS, LÍMITES Y ALCANCES DEL PROTOTIPO

Objetivos del prototipo

Controlar y monitorear el estado de somnolencia de los choferes, así como su ubicación y seguimiento de jornada laboral.

Límites

El sistema contempla desde la llegada del chofer a la terminal de partida hasta el arribo al punto de destino.

Alcance

- Visualización de ubicación de los choferes en tiempo real.
- Contador de horas de conducción.
- Visualizador de compañeros en ruta.
- Visualización de estado de somnolencia de un chofer.
- Visualización de alarmas en tiempo real de estados críticos de fatiga.

No contempla

- Monitoreo de actualizaciones de software en dispositivos móviles de choferes.
- Control de horas de descanso.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Product Backlog

Id.	Ítems	Prioridad	Dependencias	Estimación (dificultad en horas)
1	Desarrollar base de datos	ALTA		5
2	Desarrollo de interfaz grafica	ALTA		5
3	Desarrollo WebService	ALTA		10
4	Visualizar alarmas de fatigas	MEDIA	ID1, ID2, ID3	3
5	Visualizar detalles de alarmas	MEDIA	ID4	3
6	Visualizar ubicación de conductores	MEDIA	ID1, ID2, ID3	3
7	Emitir reporte "listado de conductores"	MEDIA	ID6	2
8	Disponer configuración de reglas de alarmas	MEDIA	ID1, ID2, ID3	4
9	Visualizar listado de conductores	BAJA	ID1, ID2, ID3	1

10	Emitir reporte alarmas diarias	BAJA	ID5	1
----	--------------------------------	------	-----	---

Historias de usuario

ID	Historia de Usuario	Descripción	Criterios Aceptación	Tamaño
HU1	<p>COMO operador del sistema</p> <p>QUIERO ver las notificaciones de alarmas</p> <p>PARA estar enterado de posibles peligros en ruta por nivel de fatiga</p>	<p>La alarma debe ser clara y visible para el operador, deberá resaltar para que su aviso no pase inadvertido, debe permanecer visible hasta que un operador confirme que la ha visto</p>	<p>DADO que ingreso como operador</p> <p>CUANDO se inicia una alarma</p> <p>ENTONCES debo ser notificado</p>	15
HU2	<p>COMO operador del sistema</p> <p>QUIERO ver los detalles de las alarmas</p> <p>PARA saber que conductor está afectado</p>	<p>El detalle tiene que ser claro y contener el nombre del conductor.</p> <p>Debe visualizarse en la página principal de la web en rectángulos con tipo de alarma y nombre del vehículo, mostrando además un color indicando el nivel de alarma</p>	<p>DADO que ingreso como operador de sistemas</p> <p>CUANDO se inicia una alarma</p> <p>ENTONCES debo ver en el dashboard el detalle de la alarma</p>	12

HU3	<p>COMO operador del sistema</p> <p>QUIERO ver la ubicación de la unidad</p> <p>PARA saber si existen alternativas que puedan utilizarse en caso que el conductor este fatigado, como por ejemplo paradores</p>	<p>La ubicación debe mostrarse en un mapa que de la posición de la unidad y no pueden perderse de vista las notificaciones de alarmas</p>	<p>DADO que ingreso como operador</p> <p>CUANDO visualizo un detalle de alarma</p> <p>ENTONCES debo ver un mapa indicando la ubicación de la alarma</p>	15
HU4	<p>COMO operador del sistema</p> <p>QUIERO ver el listado de conductores</p> <p>PARA saber el estado de los conductores</p>	<p>El listado de conductores contiene: chofer, estado de fatiga y nombre de la unidad que conduce en el momento. Debe considerarse las notificaciones de alarmas y no perderlas de vista</p>	<p>DADO que ingreso como operador</p> <p>CUANDO ingreso a conductores</p> <p>ENTONCES veo un listado de los conductores</p>	12
HU5	<p>COMO operador del sistema</p> <p>QUIERO ver el listado de alarmas</p> <p>PARA poder reportarlas</p>	<p>El listado de alarmas contendrá fecha y hora de la alarma, nivel de alarma, conductor y vehículo.</p>	<p>DADO que ingreso como operador</p> <p>CUANDO hago clic en alarmas</p> <p>ENTONCES puedo visualizar un listado de alarmas</p>	12

HU6	<p>COMO gerente QUIERO que existan cuentas por usuario PARA tener control sobre los eventos del sistema y quien los ejecuto</p>	<p>Los usuarios tendrán diferentes permisos que dará una diferenciación en niveles de acceso. Para acceder deberán contar con usuarios y contraseñas y un login de acceso</p>	<p>DADO ingreso como gerente CUANDO ingreso a eventos ENTONCES observo los últimos 50 eventos del sistema</p>	13
HU7	<p>COMO operador del sistema QUIERO poder desestimar una alarma PARA quitarlas de vista si un dispositivo está fallando</p>	<p>Desestimar una alarma dará de baja la alarma a nivel lógico y no físico es decir no desaparece de la base de datos</p>	<p>DADO que ingreso como operador CUANDO hago clic en desestimar ENTONCES la alarma ya no se anuncia</p>	8
HU8	<p>COMO administrativo QUIERO ver el estado de alarmas PARA saber cuánto pasan sin revisadas</p>	<p>Se deberá mostrar un listado con fecha y hora de la alarma, nivel de alarma y si alguien la desestimo o capturo</p>	<p>DADO que ingreso como administrativo CUANDO ingreso a tiempo real ENTONCES veo el estado de las ultimas 100 alarmas</p>	8
HU9	<p>COMO administrativo</p>	<p>Debe existir un apartado de configuración que</p>	<p>DADO que ingreso como administrativo</p>	8

	<p>QUIERO poder cambiar la configuración de alarma PARA ajustar las alarmas dependiendo lo que estemos midiendo</p>	<p>indique cuando una alarma debe visualizarse. Si el criterio cambia entonces las alarmas también, pero no cambiara el histórico de alarmas</p>	<p>CUANDO ingreso a reglas de alarma ENTONCES puedo modificar cuando mostrar una alarma</p>	
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------	--

Tabla 2 | Historias de usuario

Fuente: Elaboración propia

Sprint Backlog

La primera columna del siguiente scrum board corresponde a las historias de usuario, cada una está relacionada a un color, los mismos pueden apreciarse en las siguientes columnas del sprint backlog que relaciones dichas actividades a la historia de usuario correspondiente.

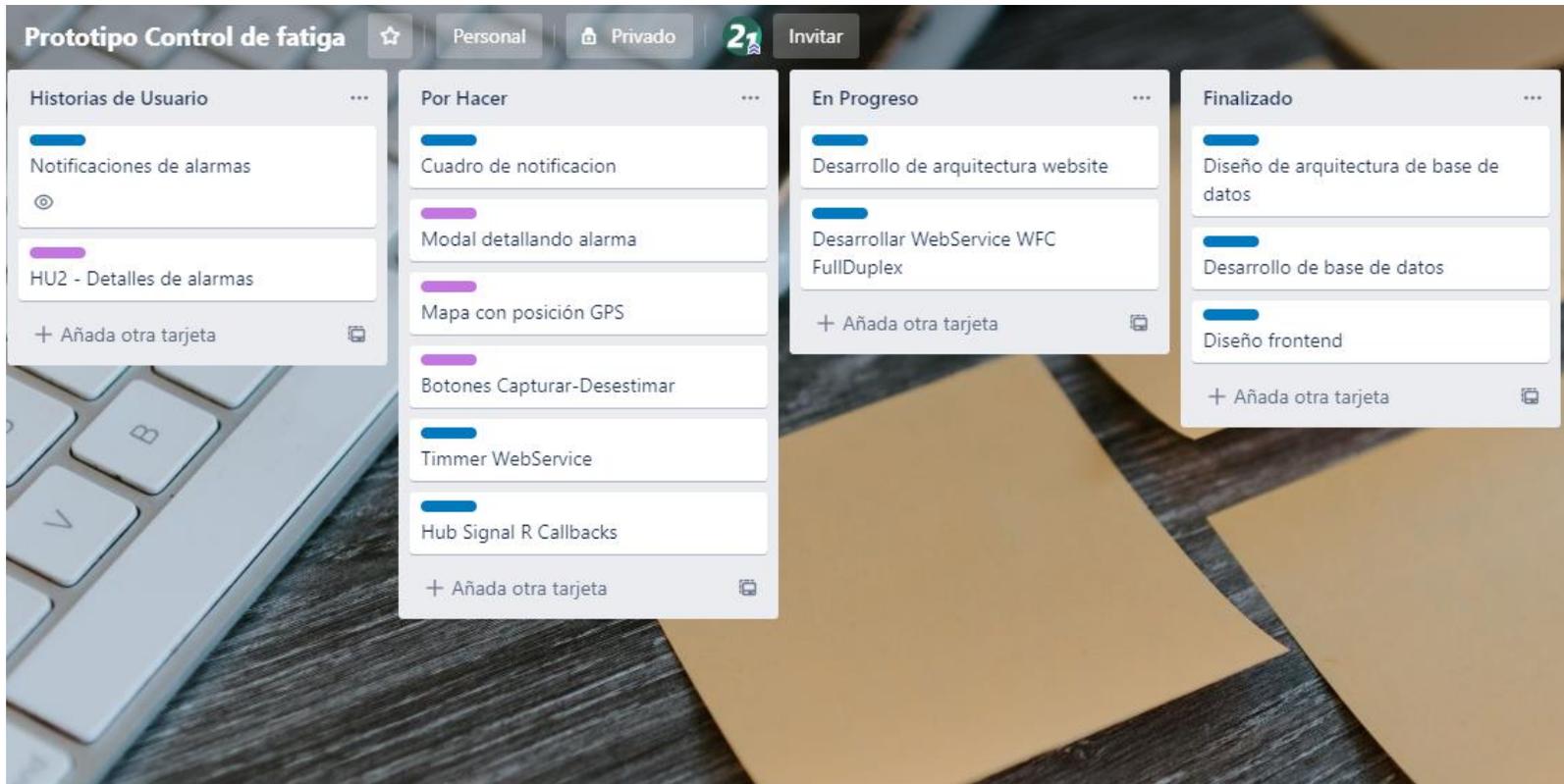


Ilustración 6 | Sprint Backlog

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de clase

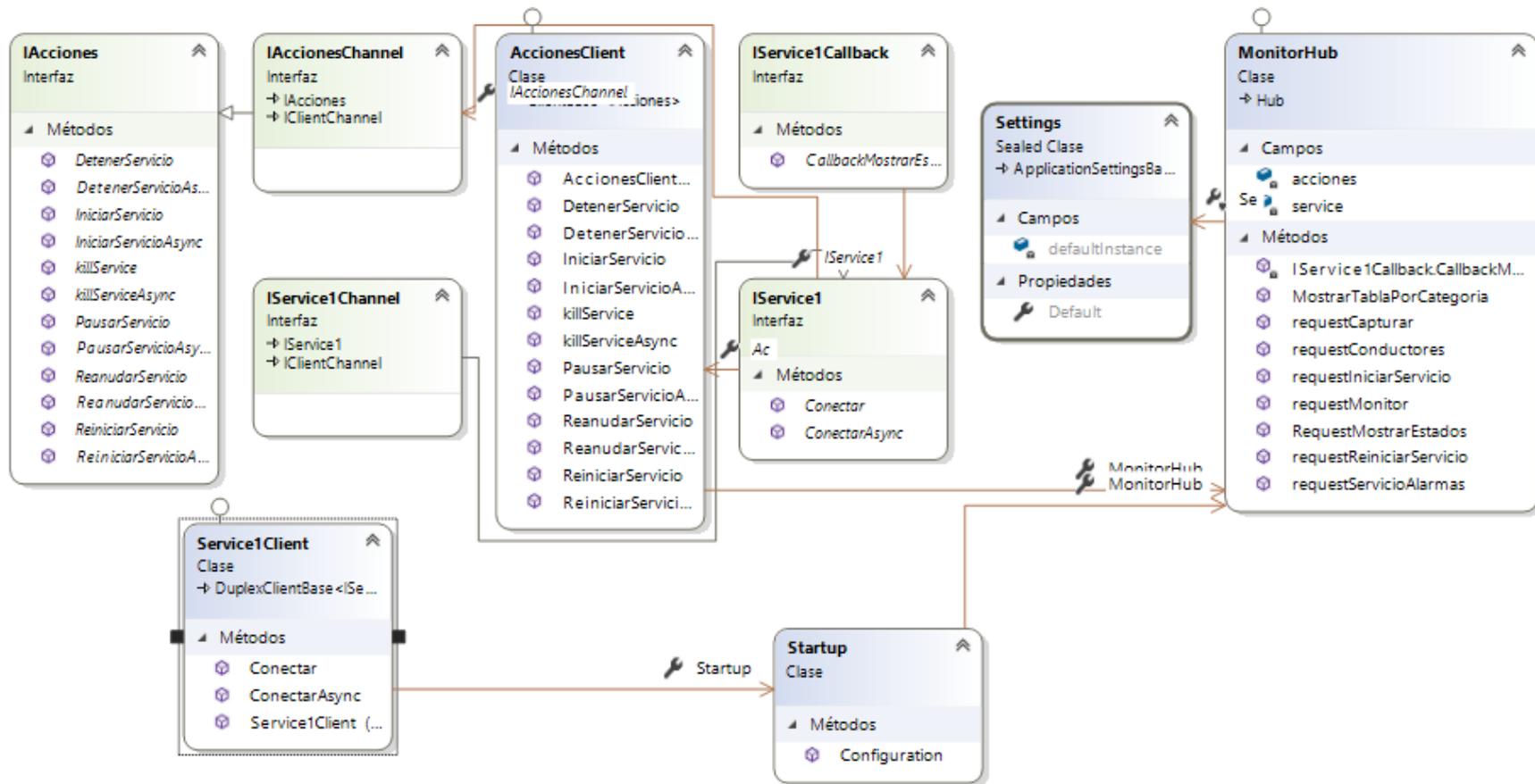


Ilustración 7 | Diagrama De clases WebSite

Fuente: Elaboración propia

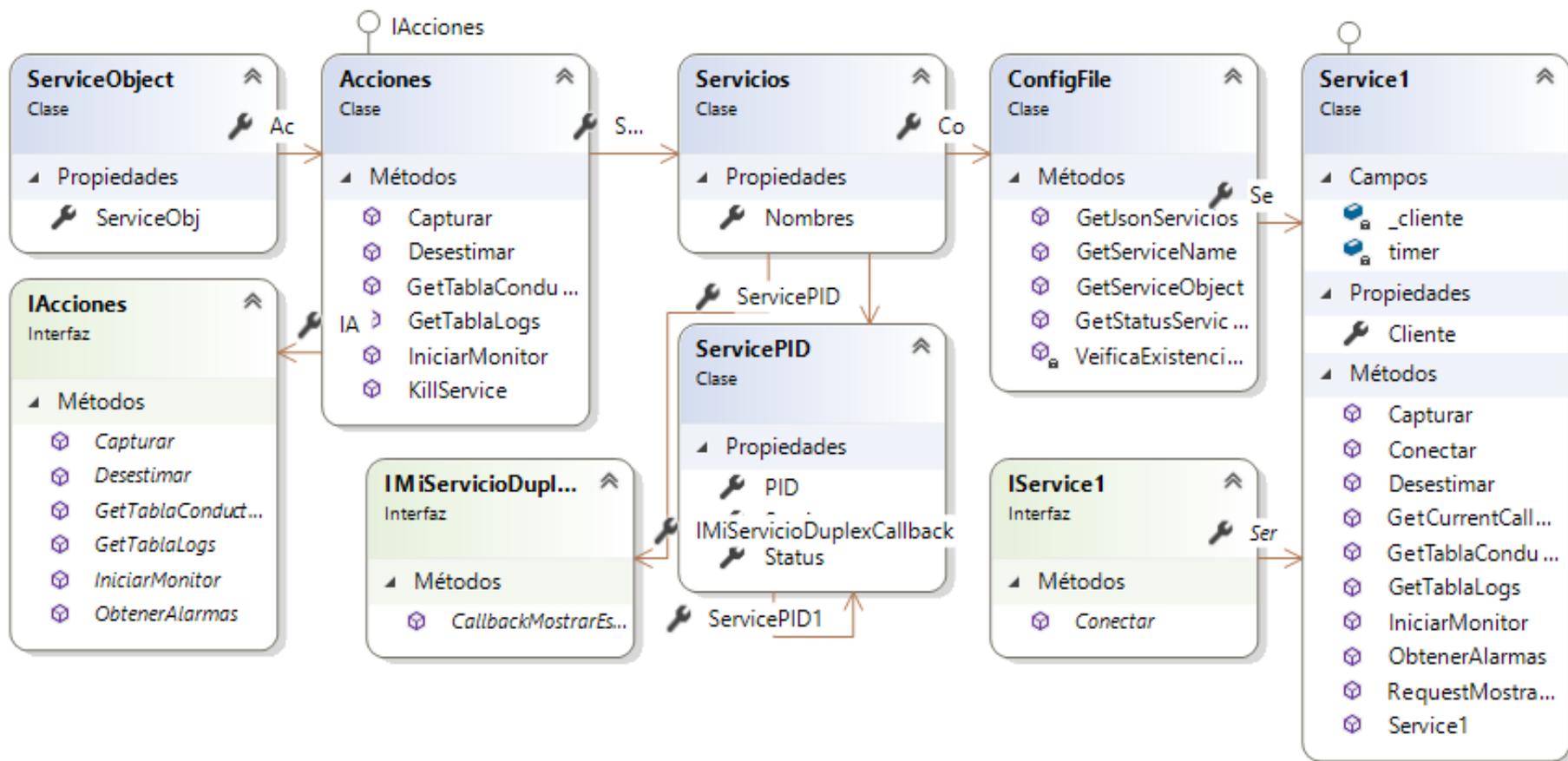


Ilustración 8 | Diagrama de clases WebService

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de entidad-relación

El siguiente diagrama entidad relación corresponde a la base de datos a la cual se conectará el WCF a fin de consultar, actualizar, insertar y eliminar datos según petición y entregarlas vía callback.

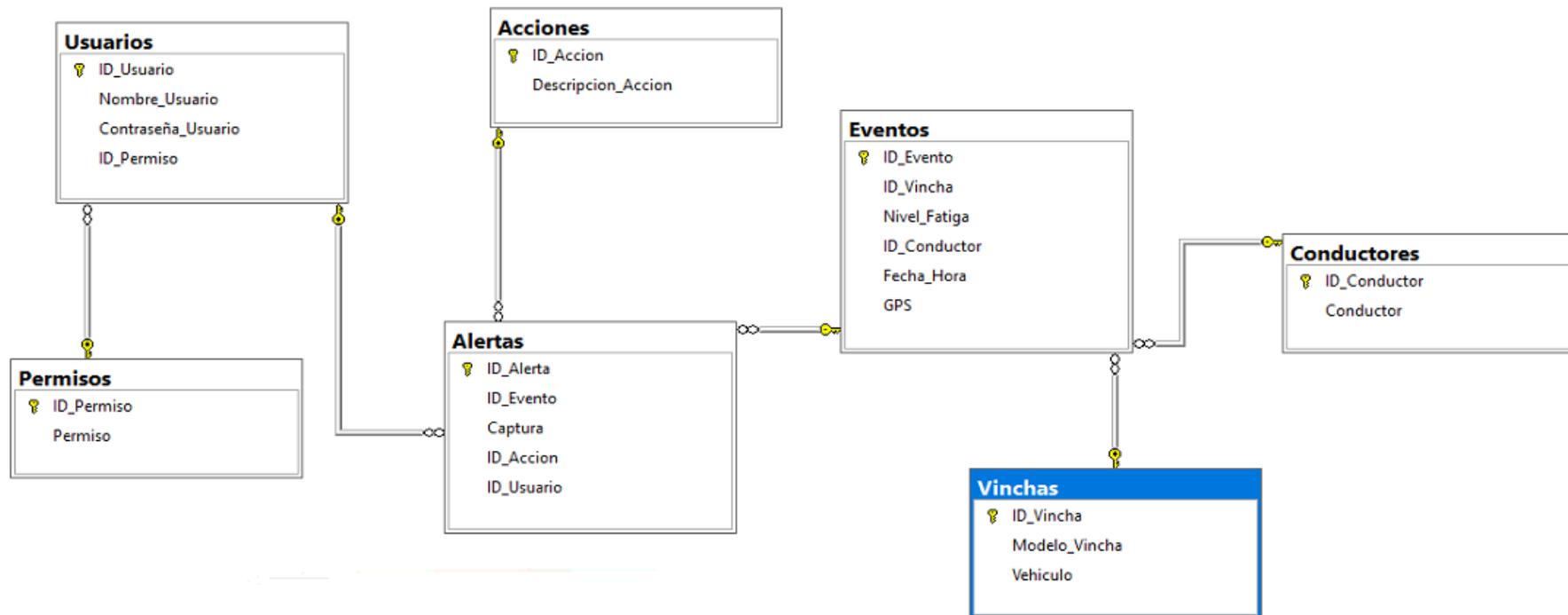


Ilustración 9 | DER (Diagrama entidad relación)

Fuente: Elaboración propia

Prototipos de interfaces de pantallas

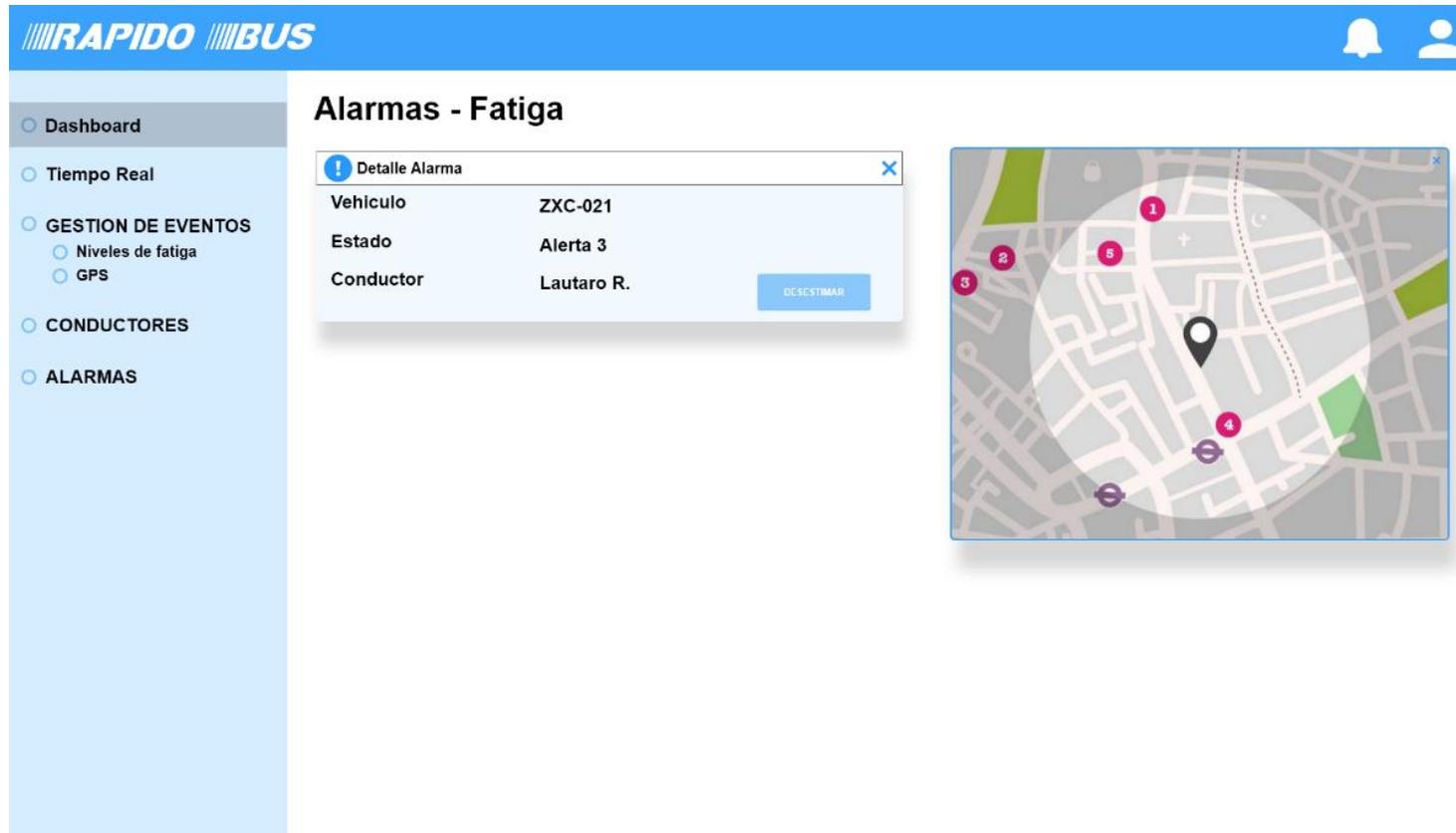


Ilustración 10 | Interfaz Dashboard Alarmas

Fuente: Elaboración propia

- Dashboard
- Tiempo Real
- GESTION DE EVENTOS**
 - Niveles de fatiga
 - GPS
- CONDUCTORES**
- ALARMAS

Listado de conductores

EXAMPLE

Header A	Header B	Header C	Header D	Header E	Header F
Table Item X	Item X.1	Item X.2	Item X.3	Item X.4	Item X.5
Table Item X	Item X.1	Item X.2	Item X.3	Item X.4	Item X.5
Table Item X	Item X.1	Item X.2	Item X.3	Item X.4	Item X.5
Table Item X	Item X.1	Item X.2	Item X.3	Item X.4	Item X.5

Ilustración 11 | Interfaz listado de Conductores

Fuente: Elaboración propia

- Dashboard
- Tiempo Real
- GESTION DE EVENTOS**
 - Niveles de fatiga
 - GPS
- CONDUCTORES
- ALARMAS**

Listado de alarmas

EXAMPLE

Header A	Header B	Header C	Header D	Header E	Header F
Table Item X	Item X.1	Item X.2	Item X.3	Item X.4	Item X.5
Table Item X	Item X.1	Item X.2	Item X.3	Item X.4	Item X.5
Table Item X	Item X.1	Item X.2	Item X.3	Item X.4	Item X.5
Table Item X	Item X.1	Item X.2	Item X.3	Item X.4	Item X.5

Ilustración 12 | Interfaz Listado de Alarmas

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de arquitectura



Ilustración 13 | Diagrama de arquitectura

Fuente: Elaboración propia

SEGURIDAD

En este apartado se exponen dos puntos importantes a tener en cuenta en cuanto a las políticas y lineamientos que configuran el control de accesos para sistemas de información tanto lógicos como físicos.

Acceso a la aplicación

Por medio de conceptos como sujeto/objeto definiremos tres etapas por las que debe pasar un sujeto que intenta interactuar con un objeto, identificación, autenticación y autorización.

Las políticas establecidas son:

Existirá un usuario administrador cuando se realice el despliegue de la aplicación, el cliente deberá otorgar un correo de la persona que estará a cargo de la agregación de usuarios y políticas de seguridad interna de la aplicación.

I) Identificación:

Los usuarios deberán identificarse utilizando un correo electrónico, el mismo puede ser uno propio de la persona o uno suministrado por la empresa con dominio propio.

II) Autenticación:

Al ingresar este usuario por primera vez se le solicitará una contraseña que será suministrada por un administrador de sistemas y se le pedirá al usuario (Un usuario administrador con privilegios que le permitan agregar a otros usuarios) la modificación

inmediatamente después de acceder por primera vez a su cuenta. La contraseña estará protegida por encriptación PBKDF2.

"PBKDF2 aplica una función pseudoaleatoria para derivar claves. La longitud de la clave derivada es esencialmente ilimitada." (IETF, 2000)

III) Autorización:

Una vez ingresado el correo y la contraseña el sistema se encargará de verificar en la base de datos de usuarios si el mismo existe y si es quien dice ser comprobando que su contraseña coincida con la contraseña almacenada para este usuario, comprobado este paso el sistema dará accesos a funciones según su nivel de acceso.

A continuación, se ilustra este último punto utilizando un diagrama de secuencia:

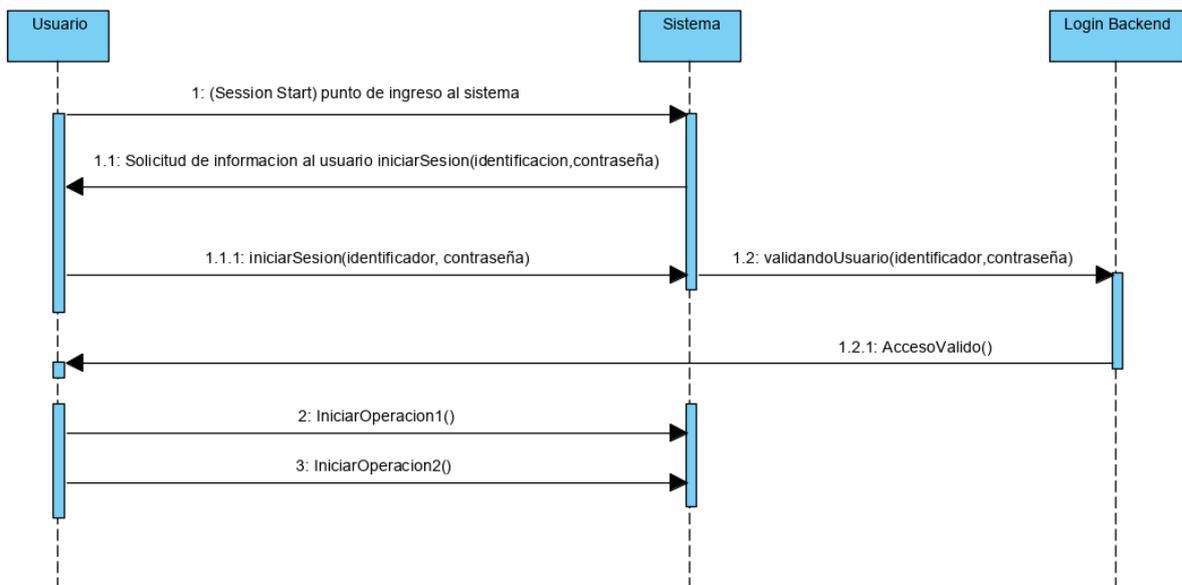


Ilustración 14 | Diagrama de secuencia acceso valido

Fuente: Elaboración propia basado en Extensión del Diagrama de Secuencias UML (Lenguaje de Modelado Unificado) para el Modelado Orientado a Aspectos

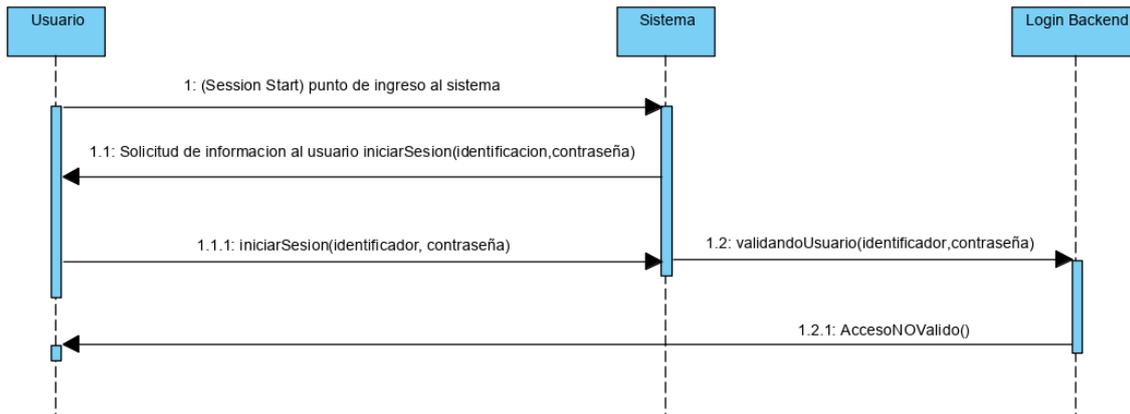


Ilustración 15 | Diagrama de secuencia acceso No valido

Fuente: Elaboración propia basado en Extensión del Diagrama de Secuencias UML (Lenguaje de Modelado Unificado) para el Modelado Orientado a Aspectos

Política de respaldo de información

La política de respaldo de información incluye archivos críticos para el funcionamiento correcto del sistema.

Como plan de contingencia de archivos base incluido en nuestro Disaster Recovery Plan, es decir en nuestro plan de recuperación ante desastre, se busca dar celeridad a la reactivación del sistema en caso de que surja un imponderable.

Los archivos que deben respaldarse son:

1) Servidor web completo.

2) Base de datos.

Para el resguardo de información utilizaremos un esquema de redundancia de 3 copias, consideraremos la primera de estas como la copia local que contiene cada equipo en funcionamiento, como segunda copia nos referiremos a tecnología NAS y como tercera copia nos referiremos a Cloud Storage.

Tanto para el servidor o la base de datos usaremos una arquitectura del tipo NAS (Network Attached Storage) es decir: almacenamiento conectado a la red que consiste en un servidor con tecnología optimizada para compartir o resguardar de información en la red, la mayoría de servidores NAS cuentan con la posibilidad de usar varios discos y permiten tener la información en modo backup y alta disponibilidad, es decir que permitirán el acceso al recurso en cuanto se necesite.

Para una tercera copia utilizaremos los servicios de Google Cloud Storage, que permite también el uso en modo backup y alta disponibilidad con la posibilidad de versionado de archivos.

Cloud Storage es un servicio para almacenar tus objetos en Google Cloud. Un objeto es un dato inmutable que consta de un archivo de cualquier formato. Los objetos se almacenan en contenedores llamados depósitos. Todos los depósitos están asociados con un proyecto que, a su vez, se puede agrupar en una organización.

Después de crear un proyecto, puedes crear depósitos de Cloud Storage, subir objetos a tus depósitos y descargarlos. También puedes otorgar permisos a fin de que tus datos sean accesibles para los miembros que especifiques o, en ciertos casos prácticos, como alojar un sitio web, accesibles para toda la Internet pública. (Cloud Google, 2020)

El siguiente diagrama de arquitectura ilustra como se implementa un servidor NAS a nuestra red local.

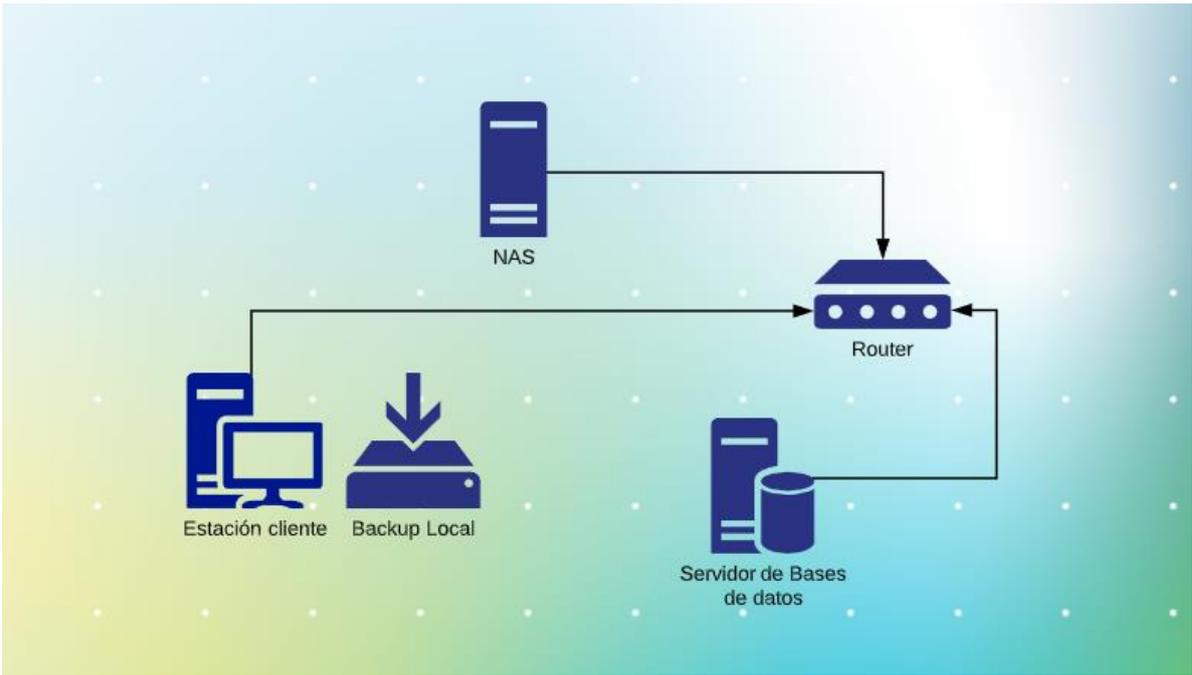


Ilustración 16 | Diagrama de arquitectura NAS red local

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, conviene mencionar que esta red no necesita ser solo de área local y aislada del mundo, el mismo puede implementarse en nuestra red estándar con acceso a internet.

La siguiente ilustración expone este punto.

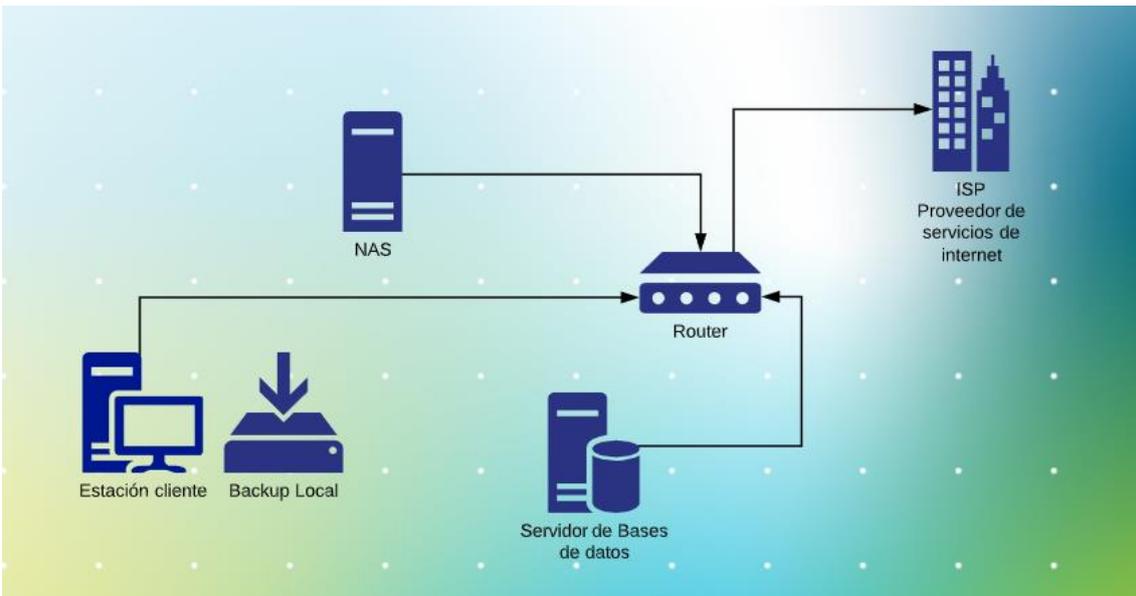


Ilustración 17 | Diagrama de arquitectura NAS con ISP

Fuente: Elaboración propia

Una vista completa que incluya los servicios de en nuestro caso Google Cloud Storage se puede ver a continuación:

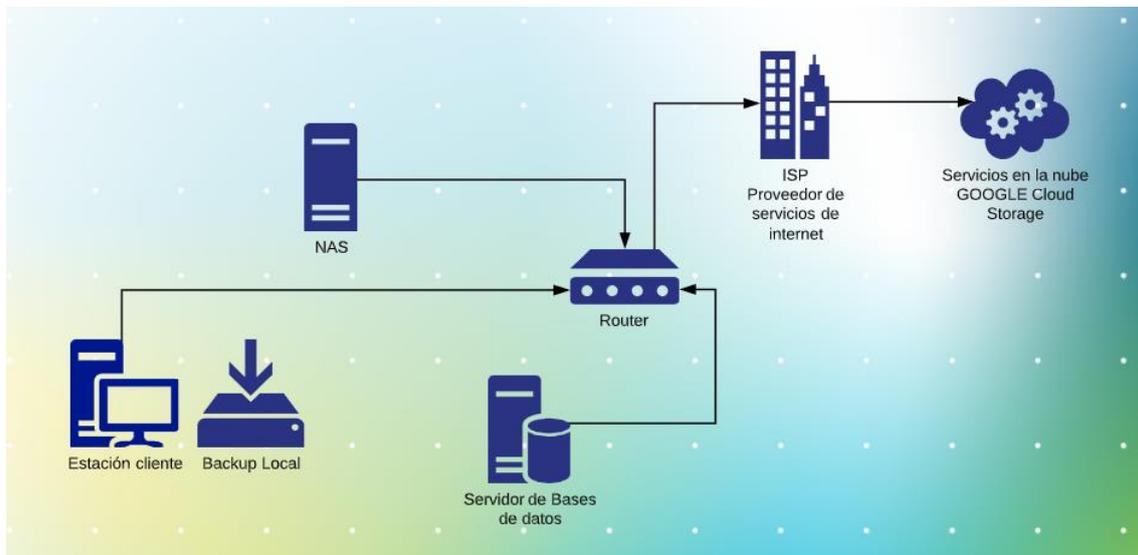


Ilustración 18 | Diagrama de arquitectura NAS y Cloud Storage

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la base de datos utilizaremos la herramienta que nos provee MySQL llamada mysqldump, el cual permite hacer una copia de la base de datos completa, que incluye estructura, datos, eventos, procedimientos, triggers y vistas.

Adicionalmente MySQL permite exportar el backup en ficheros comprimidos tales como gzip o bzip2, agregando simplemente un comando al final del nombre de archivo de backup de la base de datos a resguardar.

Consideraciones para los archivos de backup:

- 1- Deberán tener nombre del servidor, fecha y horario del backup.
- 2- Nombre del operador que realizo el backup.
- 3- Nombre del cliente en caso de requerirlo.

Frecuencia de respaldo:

Base de datos:

Todos los viernes de 23hs a 4hs.

Imagen del servidor:

Todos los sábados de 23hs a 4hs.

Hardware de backup:

En nuestro caso utilizaremos un servidor NAS QNAP TS-1635AX con 16 bahías, 8 para discos electromagnéticos y 4 bahías para discos SSD (Discos de estado sólido), estos últimos serán usados para guardar aquellos archivos que se solicitan con frecuencia permitiendo así una lectura más optimizada ya que los discos de estado sólido presentan una mayor tasa de lectura.

Algunas características de los discos de estado sólido vs los discos rígidos electromagnéticos pueden verse a continuación:

Características	SSD (Disco de estado sólido)	HDD (Hard Drive Disk) discos duros electromagnéticos.
Velocidad de Escritura/copiado de archivo	200MB/s hasta 550MB/s	50MB/s hasta 120MB/s
Velocidad de apertura de archivo	Aproximadamente 20% más rápido que el HDD	Comparativamente mas lento que el SSD
Efecto de magnetismo	A salvo de efectos de magnetismo	Los datos pueden ser eliminados por imanes.
Vida de la batería	Absorbe un promedio de 2-3 watts promedio.	Absorbe un promedio de 6-7 watts promedio. Utiliza más batería.

	Aumento de la batería por 30 minutos.	
Ruido	No produce sonido debida a la falta de partes en movimiento	Los giros y clics son oíbles y pueden ser escuchados.
Vibración	No produce vibración ya que no tiene partes en movimiento	Las vibraciones son producidas debido a los platos en movimiento.

Tabla 3 | SSD vs HDD

Recuperado de: <https://recoverit.wondershare.com/es/hardrive-recovery/ssd-vs-hdd-whats-the-different.html>

Usaremos discos especialmente pensados para servidores NAS, si bien tenemos muchas marcas que ofrecen discos optimizados para NAS en nuestro caso usaremos Western Digital en su línea Caviar Red que corresponde a la gama de discos ofrecidos por Western Digital optimizados para NAS.

Destacamos que esta clase de dispositivos NAS cuentan con un sistema operativo reducido, una distribución de Linux optimizada para NAS llamada **QTS 4.3.4** que además cuenta con control de usuarios para indicar quien puede acceder a que grupos de archivos, cuenta con la posibilidad de generar espacios públicos de archivos y con alarmas en caso de ruptura de algún disco rígido, así como reinicios inesperados.

Este equipo tolera sistemas RAID (redundant array of independent disks) es decir una matriz redundante de discos independientes.

Utilizaremos un nivel de RAID 1 también conocido como mirror (espejado de discos) que mantiene una copia exacta de un disco en otro.

La siguiente ilustración expresa como se reflejan los datos en ambos discos.

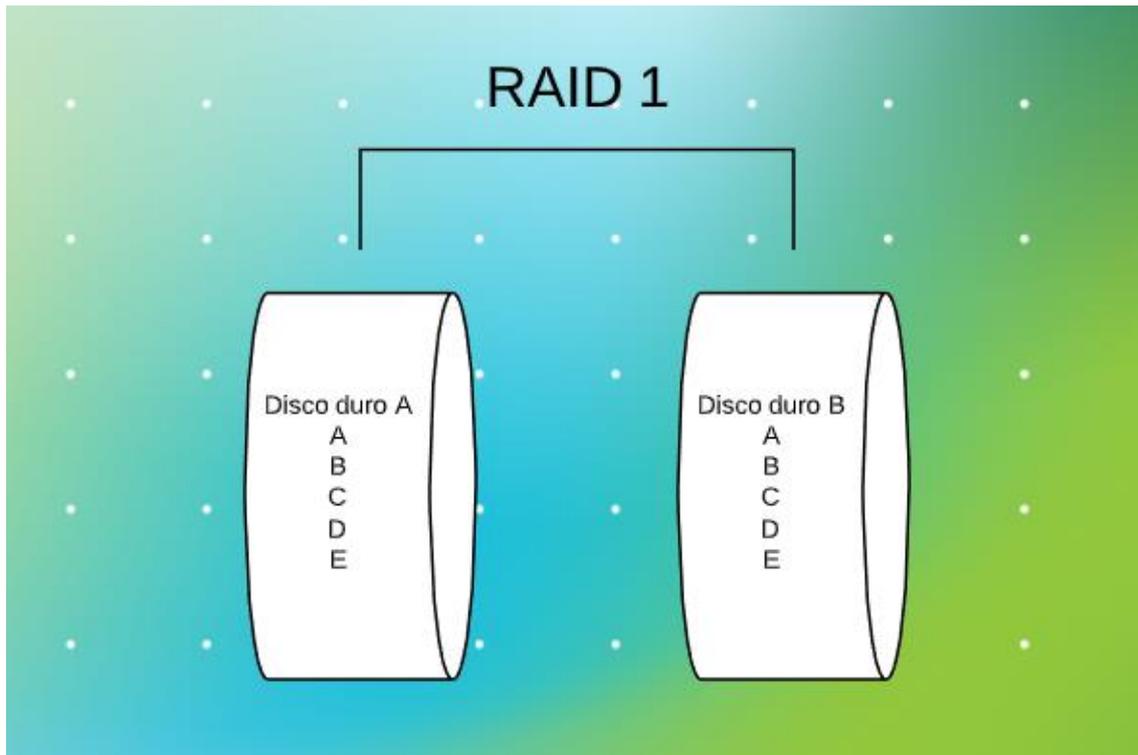


Ilustración 19 | Nivel de RAID1

Fuente: Elaboración propia

Si bien estamos perdiendo un disco ya que si disponemos de dos discos de 10Tb cada uno para nosotros solo tendremos 1 disco de 10Tb, el otro disco contendrá una copia exacta de la información, lo que significa que en caso de fallar 1 bastará con reemplazarlo y nuevamente estaremos conformando el RAID1.

ANÁLISIS DE COSTOS

Costos Ítems:

A continuación, se enlistan los costos considerados para el desarrollo del sistema.

- 1- Hardware
- 2- Telecomunicaciones
- 3- Software

4- Personal

Hardware	Precio	Cantidad	Total
Lenovo ThinkPad E590³	\$117.999,01	8	\$943.992,08
Servidor Rack Dell Poweredge R240 Xeon E-2124 8GB 2TB⁴	\$177.899,00	1	\$177.899,00
Router Cisco RV325 WB Dual WAN⁵	\$62.199,00	1	\$62.199,00
UPS Online APC SRT3000XLI⁶	\$283.799,00	1	\$283.799,00
QNAP TS-1635AX 16-Bay NAS Enclosure⁷	\$105.104,27	1	\$105.104,27
WD 10TB Red 5400 rpm SATA III 3.5" Internal NAS HDD⁸	\$19.981,19	8	\$159.849,52
WD 2TB Red SA500 SATA III	\$19.628,88	4	\$78.515,52

³ <https://oportutek.com/>

⁴ <https://oportutek.com/>

⁵ <https://oportutek.com/>

⁶ <https://oportutek.com/>

⁷ <https://www.bhphotovideo.com/>

⁸ <https://www.bhphotovideo.com/>

2.5" Internal NAS SSD⁹	
TOTAL	\$1.811.358,39

Tabla 4 | Costos Hardware

Fuente: Elaboración propia

Telecomunicaciones	Precio	Cantidad / meses	Total
Fibertel Corporativo¹⁰	\$2.324	6	\$14.052
IPLAN biz Work¹¹	\$2.500	6	\$15.000
IPLAN Central Virtual¹²	\$500	6	\$3.000
TOTAL			\$32.052

Tabla 5 | Costos Telecomunicaciones

Fuente: Elaboración propia

Software	Precio	Tipo de Licencia	Cantidad	Total
Windows 10 Pro¹³	\$ 12.999,00	OEM	8	\$103.992
Windows Server 2019 Essentials¹⁴	\$34.397,20	OEM	1	\$34.397,20

⁹<https://www.bhphotovideo.com/>

¹⁰ <https://www.cablevisionfibertel.com.ar/internet/fibertel-100-megas>

¹¹ <https://www.iplan.com.ar/Biz>

¹² <https://www.iplan.com.ar/Biz>

¹³ <https://www.microsoft.com/es-ar/store/b/windows>

¹⁴ <https://www.microsoft.com/es-es/windows-server/>

MySQL				
Enterprise Edition¹⁵	\$343.291,55		1	\$343.291,55
Google Cloud Storage¹⁶	\$140.253,76		6/mes	\$841.522,56
TOTAL				\$1.323.203,31

Tabla 6 | Costos Software

Fuente: Elaboración propia

Personal	Nivel	Salario /mes¹⁷	Cantidad (personal)	Cantidad /mes	Total
Analista de Sistemas	Senior	\$ 55.253,20	1	6	\$ 331.519,2
Programador	Senior	\$ 55.297,38	5	6	\$ 1.658.921,4
Administrador de Bases de Datos	Senior	\$ 56.437,22	1	6	\$ 338.623,32
Analista QA - Tester	Senior	\$ 42.494,11	1	6	\$ 254.964,66
Analista UX (Usabilidad)	Senior	\$ 51.132,94	1	6	\$ 306.797,64
TOTAL					\$2.890.826,22

Tabla 7 | Costos Personal

Fuente: Elaboración propia

¹⁵ <https://www.mysql.com/products/>

¹⁶ <https://cloud.google.com/storage/pricing?hl=es>

¹⁷ <https://unioninformatica.org/>

El proyecto tendrá un costo total que será expresado a continuación:

TOTAL	\$6.057.439,92
--------------	-----------------------

Tabla 8 | Costo Total

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DE RIESGOS

En el siguiente apartado se exponen los riesgos inherentes al desarrollo del sistema.

Código	Riesgo	Repercusiones	% Ocurrencia	Nivel de impacto (A-M-B)
RI-1	Errores en el análisis de requerimientos	Sistema resultante no adaptado a los requerimientos del cliente	15%	A
RI-2	Errores de arquitectura	Escalabilidad	5%	M
RI-3	Falta de personal capacitado	Demora en los tiempos de desarrollo	15%	A
RI-4	Actualizaciones no previstas	Demora en los tiempos de desarrollo	5%	B
RI-5	Seguridad deficiente	Posible manipulación de	15%	A

		información y pérdida de datos		
RI-6	Pobres estimaciones	Pérdida de calidad percibida por el cliente, retraso en las entregas	10%	M
RI-7	Rotación de empleados	Aumento de los costos de desarrollo, capacitación del personal	20%	A
RI-8	Cambio en el modelo de negocio del cliente	Incremento en los costos y tiempos de desarrollo, reinicio del ciclo de desarrollo.	15%	A

Tabla 9 | Matriz de evaluación de riesgos.

Fuente: Elaboración propia

Plan de respuesta:

<i>Código</i>	<i>Riesgo</i>	<i>Código - Plan de respuesta</i>
<i>RI-1</i>	Errores en el análisis de requerimientos	PR-1
<i>RI-2</i>	Errores de arquitectura	PR-2
<i>RI-3</i>	Falta de personal capacitado	PR-3
<i>RI-4</i>	Actualizaciones no previstas	PR-4

<i>RI-5</i>	Seguridad deficiente	PR-5
<i>RI-6</i>	Pobres estimaciones	PR-6
<i>RI-7</i>	Rotación de empleados	PR-7
<i>RI-8</i>	Cambio en el modelo de negocio del cliente	PR-8

Tabla 10 | Plan de respuesta

Fuente: Elaboración propia

PR-1:

Se propone llevar adelante entrevistas exhaustivas para los casos en los que la toma inicial de requerimientos haya fallado, la misma incluirá un nivel de detalle superior para mitigar cualquier duda existente respecto a las necesidades del cliente.

PR-2:

Generar una solución de alto nivel y debatir esa solución con el equipo de analistas y desarrolladores para considerar los pros y contras del modelo arquitectónico y si es preciso repensar la arquitectura utilizando un equipo multidisciplinar que incluya las voces del personal de los distintos niveles de desarrollo.

PR-3:

Para minimizar los riesgos de una contratación de personal deficientemente capacitado o con niveles de instrucción menores a los requeridos para el proyecto, se propone analizar previamente los perfiles buscados en los distintos candidatos y entrevistas con personal operativo de desarrollo que puedan obtener mejores conclusiones sobre los postulantes y sus capacidades técnicas.

PR-4:

Trabajar con tecnologías testeadas y conocidas por su alto estándar de calidad ayudara a mitigar este problema, así como trabajar con frameworks con versiones LTS (Long Term Support) es decir, soporte de largo plazo, como fue el caso de Laravel 5.1. Estas tecnologías pueden asegurar un nivel de mejora evolutivo sin grandes cambios entre sus versiones.

PR-5:

Cuando hablamos de actualizaciones por supuesto no nos referimos a actualizaciones de seguridad, estas son indispensables ya que al descubrirse un método de explotación de un bug en una tecnología debemos asumir que ya está siendo utilizada por ciberatacantes malintencionados que pueden buscar algún beneficio al hacerse con nuestra información, para esto las empresas que brindan soporte a las tecnologías utilizadas están en constante búsqueda de vulnerabilidades antes de resultar en un ataque Zero Day entendiendo esto último como un “ataque a vulnerabilidad desconocida por el fabricante o usuarios.” (We Live Security, 2015).

PR-6:

Para evitar las malas estimaciones debemos formar un equipo de especialistas con experiencia que estimen utilizando la técnica de Planning Poker “objetivo principal de este método es llegar a un consenso basado en la discusión entre expertos mediante un proceso iterativo.” (Ceo Level, 2017)

PR-7:

Un estudio de la Universidad de Harvard demuestra que el 80% de la rotación de personal se puede atribuir a errores cometidos durante el proceso de contratación. El problema, que radica en el proceso de selección de personal tiene implicaciones que repercuten hasta en un 80% en el volumen de negocio. (Workmeter, 2013)

Se propone hacer énfasis en el clima laboral que valore el talento humano, fomentar el trabajo en equipo, mejorar los procesos de reclutamiento y motivación de personal.

PR-8:

Frente al cambio de modelo de negocio del cliente, deberemos revisar las implicancias de estos cambios y su impacto en la lógica de negocio del sistema desarrollado y represupuestar el proyecto si fuera necesario.

CONCLUSIONES

El presente trabajo permitió la realización del diseño, desarrollo e implementación de un sistema tecnológico que permitió visualizar y monitorear en tiempo real el estado de los conductores de ómnibus de larga distancia, lo que permitió mejorar la toma de decisiones y evitar accidentes causados por exceso de fatiga en los conductores. Lo más importante del desarrollo de este sistema ha sido lograr la correcta identificación de problemas que facilitó el diseño de una solución acorde a las verdaderas necesidades del cliente y generar el resultado deseado.

Es decir, se logró la integración entre las partes y el reconocimiento de las necesidades y experiencias de los usuarios. De esta manera, cuando se comprenden dichas necesidades y se logra llegar a una solución en concordancia con lo planteado como necesidad y objetivo general, el proyecto pasa de ser un fracaso y un gasto, a un éxito e inversión.

Por lo expresado de forma primigenia pudimos cumplir con los objetivos propuestos en este proyecto: se pudo identificar las métricas requeridas para la evaluación de conductores, pudimos identificar estados de somnolencia gracias a los dispositivos adquiridos y la visualización en tiempo real. Logramos la automatización de alarmas a través de la implementación de un servicio que reporta en tiempo real.

Dentro de los beneficios percibidos podemos resaltar la posibilidad que tienen ahora los administradores de servicios de ómnibus interurbano para transporte de pasajeros de poder tener un control sobre sus unidades en ruta con el agregado de contar con más información de la que tenían acceso hasta ahora, esto permitió que puedan localizar conductores fatigados y tomar acciones de inmediato, registrar y evaluar alarmas.

Durante el proceso de desarrollo entendimos que ignorábamos cuestiones de necesidades puntuales de este tipo de empresa de servicios, logramos adaptarnos a las nuevas consideraciones y afianzar procesos, así como detectar áreas de oportunidad para una futura expansión del sistema.

Desde mi perspectiva como profesional, este trabajo me permitió integrar conocimientos de materias que confluyen cuando se realiza una actividad de estas características, aumentar mi experiencia en diseño, conceptualización y análisis de una

problemática a fin de buscar una solución donde intervengan los sistemas de información y los equipos informáticos que, como medios, sirven para automatizar los procesos del mismo.

En lo personal, pude entender que tenemos muchos problemas que aún no fueron resueltos; Que podemos, desde una perspectiva profesional, brindar soluciones a cuestiones que siguen sin tener un control adecuado. No podemos intervenir en aquello que no tenemos el control, no podemos dar respuesta a problemas que no vemos, por esto entiendo que nuestros esfuerzo y aplicaciones tecnológicas pueden mejora la vida de las personas.

Considero que la posibilidad de expandir este trabajo es realmente alta. Existe nueva información que podemos brindar a través de la interpretación de los datos y con ayuda de nuevas tecnologías, podríamos dar un alcance superior, que, si bien trasciende a los fines de este proyecto, son una gran oportunidad para futuros desarrollos.

Debo aclarar finalmente que, los objetivos se realizaron con datos simulados debido a que, además de tratarse de un prototipo, en el mundo y al momento de realizarse este trabajo final de graduación, más específicamente en el año 2020 nos encontramos ante una situación de pandemia. La enfermedad conocida como COVID-19 provocada por el virus SRAS-CoV-2 nos mantiene en una situación de cuarentena estricta, lo que implica el aislamiento social total y obligatorio. Esto no permitió la recopilación de datos suficientes, pero se puede inferir que se cumplieron los objetivos propuestos.

Demo:

Accediendo al siguiente enlace podrá encontrarse el código fuente del sistema junto con sus instructivos para la ejecución y su versionado en caso de requerirse.

URL DEMO: <https://github.com/NeXuZZ-SCM/TFG-Lic.InformaticaUES21>

REFERENCIAS

- Angular JS (2010). Que es Angular Js recuperado de <https://docs.angularjs.org/>
- Balta Espinoza, S., Barrón Rivera, A., Benites Dominich, E., Casas Franca, J., Castillo Quispe, A. (2014). Procesos productivos en las empresas de transporte. Perú, Universidad Alas Peruanas
- Bahit, E. (2012). Teoría sintáctico gramatical de objetos.
- Cardinali, D., Pérez Chada, D. (2007) Trastornos del sueño y seguridad vial, Buenos Aires, Argentina, Universidad de Buenos Aires. Disponible en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad de Buenos Aires: <http://repositorioubas.sisbi.uba.ar>
- Ceballos, J. (2013). *Enciclopedia de Microsoft Visual C#*. (RA-MA, Ed.) (4ºed). Madrid.
- Ceo Level (2017). 4 técnicas para estimar: PERT, Delphi, Planning Poker, T-shirt recuperado de <http://www.ceolevel.com/4-tecnicas-para-estimar-pert-delphi-planning-poker-tshirt>
- Cloud Google (2020). ¿Qué es Cloud Storage?, recuperado de <https://cloud.google.com/storage/docs/introduction?hl=es-419>
- Vidal, C., Schmal, R, Sabino Rivero y Rodolfo H. Villarroel (2012), Extensión del Diagrama de Secuencias UML (Lenguaje de Modelado Unificado) para el Modelado Orientado a Aspectos, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso-Chile
- De la Torre, C., Zorrilla, U., Ramos, M. A., & Calvarro, J. (2011). *Guía de Arquitectura N-Capas orientada al Dominio con .NET 4.0. May 23, 2011.* <https://doi.org/9788493669638>
- Dr. Mariezcurrena, P. (2004). MBP (Manual de buenas prácticas) / Transporte-de-Pasajeros, Argentina, Argentina: Ministerio de Trabajo.
- Dres. Adriasola G., Olivares C. y Díaz Coller C., (1972). Prevención de accidentes de tránsito, Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana.

- Eadic (2016). Gestión de empresas de transporte de viajeros y mercancías recuperado de <https://www.eadic.com/gestion-de-empresas-de-transporte-de-viajeros-y-mercancias/>
- IETF (2000). Password-Based Cryptography Specification Version 2.0 recuperado de <https://www.ietf.org/rfc/rfc2898.txt>
- International Software Testing Qualifications Board (ISTBQ). (2011). *Probador Certificado Programa de estudio de nivel básico*. Recuperado a partir de http://www.sstqb.es/ficheros/sstqb_file95-637831.pdf
- López Droguett, E. (2018) Desarrollo de modelo para la identificación de somnolencia basado en redes neuronales convolucionales y procesamiento de señales de electroencefalografía. Santiago de Chile, Chile, Universidad de Chile, facultad de ciencias físicas y matemáticas, departamento de ingeniería mecánica.
- Díaz, M. & Del Dago, S. (2008) “Educación a Distancia en el Nivel Superior: Un Análisis sobre las Prácticas de Evaluación de los Aprendizajes”. Anales del Encuentro Internacional BTM 2008: Educación, Formación y Nuevas Tecnologías. Punta del Este, Uruguay.
- Martínes, L. (2013). Las bases conceptuales de la programación (1ra ed.).
- Mayo Clinic (2018). Electroencefalografía (EEG) recuperado de <https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/eeg/about/pac-20393875>
- Microsoft (2014). Introducción a SignalR recuperado de <https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/signalr/overview/getting-started/introduction-to-signalr>
- Microsoft (2017) What Is Windows Communication Foundation recuperado de <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/framework/wcf/whats-wcf>
- Miranda, M. (2018). Lanús: Los centros culturales tendrán un marco regulatorio para funcionar. Recuperado a partir de <http://diarioconurbano.com.ar/politica/lanus-los-centros-culturales-tendran-un-marco-regulatorio-para-funcionar/>

- Ramos, P., (2018) Qué es y para qué sirve SQL, Recuperado de <https://styde.net/que-es-y-para-que-sirve-sql/>
- Rosales Mayor, E., Egoavil Rojas, M., Natalie, E., Herrera, F., Edith, R., Baquerizo, M., Leonor, L., (2009). Accidentes de carretera y su relación con cansancio y somnolencia en conductores de ómnibus, Lima, Perú, Revista Médica Herediana.
- Rosales Mayor, E., Mujica, J., (2010). Somnolencia: Qué es, qué la causa y cómo se mide, Lima, Perú, Acta Médica Peruana.
- Sigales Ruiz, S. (2010). Catástrofe, víctimas y trastornos: Hacia una definición en psicología, México, Universidad de Colima.
- Smartcaptech (2020) Operaciones de minería de metales básicos con intereses globales recuperado de <http://www.smartcaptech.com/industries/mining/>
- Sonia I., Alfonso L. (2014). Implementación de SCRUM en el diseño del proyecto del Trabajo Final de Aplicación Scientia Et Technica, Pereira, Colombia, Universidad Tecnológica de Pereira.
- Vallejos, Y. A. (2008). Forma de hacer un diagnóstico en la investigación científica. Perspectiva holística. Teoría y praxis investigativa, 3(2), 1-12. Revista TEORÍA Y PRAXIS INVESTIGATIVA, Volumen 3 - No. 2, septiembre - diciembre de 2008 - Centro de Investigación y Desarrollo • CID / Fundación Universitaria del Área Andina
- We Live Security (2015). ¿Qué es un 0-day? Explicando términos de seguridad recuperado de <https://www.welivesecurity.com/la-es/2015/02/25/que-es-un-0-day/>
- WonderShare (2019). SSD vs HDD: ¿Cual Es La Diferencia? Recuperado de: <https://recoverit.wondershare.com/es/hardrive-recovery/ssd-vs-hdd-whats-the-different.html>
- Workmeter (2013). Cómo disminuir la rotación del personal recuperado de <https://es.workmeter.com/blog/bid/315097/c-mo-disminuir-la-rotacion-del-personal>

ANEXO

LEY N° 21.297

 [Ley N° 21.297 LEY DE RÉGIMEN DE CONTRATO DE TRABAJO](#)

Art. 197. — Concepto. Distribución del tiempo de trabajo. Limitaciones. — Se entiende por jornada de trabajo todo el tiempo durante el cual el trabajador esté a disposición del empleador en tanto no pueda disponer de su actividad en beneficio propio.

Integrarán la jornada de trabajo los períodos de inactividad a que obligue la prestación contratada, con exclusión de los que se produzcan por decisión unilateral del trabajador.

La distribución de las horas de trabajo será facultad privativa del empleador y la diagramación de los horarios, sea por el sistema de turnos fijos o bajo el sistema rotativo del trabajo por equipos no estará sujeta a la previa autorización administrativa, pero aquél deberá hacerlos conocer mediante anuncios colocados en lugares visibles del establecimiento para conocimiento público de los trabajadores.

Entre el cese de una jornada y el comienzo de la otra deberá mediar una pausa no inferior a doce horas.

RÉGIMEN DE PENALIDADES

 [TRANSPORTE DE PASAJEROS: DECRETO 253/1995 MODIFICADO POR DECRETO 1395/1998.](#)

ARTICULO 84. — Los incumplimientos en materia de patrimonio neto mínimo, así como el no mantenimiento de la garantía exigida durante la vigencia del permiso, autorización, habilitación o inscripción en el registro, en los casos en que así lo requiera la normativa vigente, serán sancionados con la caducidad del permiso, autorización, habilitación o inscripción de que se trate, de no regularizarse la situación en el plazo que al efecto fijare la Autoridad de Aplicación.

Igual sanción recaerá en caso de incumplimiento durante la vigencia del permiso, autorización, habilitación o inscripción de la obligación de disponer la infraestructura mínima necesaria para la guarda de vehículos y descanso del personal.

ARTICULO 95.- La empresa de transporte cuyo personal no adoptase las medidas tendientes a garantizar la seguridad del servicio y de los pasajeros transportados, cuando se verifiquen situaciones de intransitabilidad, en los términos previstos por el Artículo 6° del Decreto N° 692/92, será sancionada con multa de DOS MIL (2.000) a VEINTE MIL (20.000) boletos mínimos.

Si dicha irregularidad fuera cometida por titulares -o su personal- de permisos, habilitaciones, autorizaciones o inscripciones, en su caso, para realizar servicios escolares interjurisdiccionales previstos en el Decreto N° 656/94, será sancionada con multa de CUATRO MIL (4.000) a VEINTE MIL (20.000) boletos mínimos.

Si como consecuencia de la omisión apuntada, ocurriese algún hecho o accidente conectado con las condiciones de intransitabilidad, la multa será de TREINTA MIL (30.000) boletos mínimos.

ARTICULO 96.- La conducción imprudente o a excesiva velocidad, en infracción a las normas de tránsito; la prestación de servicios con conductores que no hubiesen cumplido con el descanso mínimo reglamentario; la prestación de servicios en violación a las normas que reglamentan la doble conducción o con conductores que se encontrasen en estado de ebriedad o que por cualquier causa vieran afectada su capacidad psicofísica para la conducción, será penada, sin perjuicio de las sanciones que correspondan al conductor, con multa de TRES MIL (3.000) a TREINTA MIL (30.000) boletos mínimos, por cada una de las faltas tipificadas.

Si dichas irregularidades se verificaren en la prestación de servicios escolares interjurisdiccionales, serán sancionadas con multa de SEIS MIL (6.000) a TREINTA MIL (30.000) boletos mínimos.

TRANSPORTE INTERURBANO DE PASAJEROS

 [DECRETO 958/92](#)

Art. 39. - - REQUISITOS DE LA COMUNICACIÓN - En la comunicación previa mencionada, el transportista deberá exclusivamente informar:

- a) Identificación de la unidad y sus características y en su caso, mención del propietario y del contrato en virtud del cual se tenga la posesión del vehículo.
- b) Lugar de partida, itinerario a cumplir, y lugar de llegada con mención de las fechas de partida y regreso.
- c) Motivo que origina el viaje.

TITULO VI

TRANSPORTE DE PASAJEROS EN EL ÁMBITO PORTUARIO Y AEROPORTUARIO

CAPITULO ÚNICO

ANEXO II

Explicación adicional del diagrama de Gantt

En el diagrama se observan unas líneas divisorias grises y otras rojas, las mismas significan “fines de semana” y “días festivos” respectivamente.

La importancia de entender esto radica en que estos días no son laborables.