

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS ECONÓMICO
ADMINISTRATIVAS

COORDINACIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIA DE LOS DATOS



Avance I Challenge Tesis, Investigación/Proyecto para titulación
Optimización de activos del sistema de transporte Translink en
Vancouver, Canadá

P R E S E N T A

Fernando Arturo Arevalo Perez

Febrero 2024

Guadalajara, Jalisco, México

fernando.arevalo1894@alumnos.udg.mx

Whatsapp: 333258354



CUCEA
El mejor lugar para el talento

MCD

MAESTRÍA EN
CIENCIA DE
LOS DATOS

1. Datos de identificación y título (Nombre)

El autor de este protocolo de investigación Fernando Arturo Arevalo Perez, es un ingeniero industrial egresado de la institución Centro de Enseñanza Técnica Industrial (CETI), donde ahí mismo anteriormente también estudió la carrera de tecnólogo en control automático e instrumentación.

Posteriormente realizó un diplomado en negocios internacionales en Cornerstone International Community College of Canada.

Fernando tiene seis años de experiencia tanto nacional como internacional, laborando en la industria, principalmente en el ramo de manufactura electrónica, en puestos como Programador SMT, Ingeniero de Equipo SMT, SMT Technologist, Logistics intern y Especialista en compras indirectas.

Fernando Arevalo tiene una gran pasión e interés por la ciencia de los datos, es por eso por lo que busca obtener y desarrollar todos los conocimientos relacionados a esta ciencia, para poder aplicarlos en un sector donde se beneficie al mayor número de personas.

Este protocolo de investigación se desarrollará a fondo durante la maestría de ciencia de los datos, impartida en la Universidad de Guadalajara, una de las Universidades más prestigiosas de México y del continente americano.

Título del proyecto:

Optimización de activos del sistema de transporte Translink en Vancouver, Canadá.

2. Planteamiento del problema

El sistema de transporte público Translink en Vancouver, es el mejor sistema de transporte público en Canadá, pero está lejos de ser el mejor del mundo, siendo ranqueado en lugar 22 a nivel mundial.

El sistema de transporte Translink presenta distintos problemas, de distinta índole, aunque los problemas relacionados con la optimización, el cual es el tema de este protocolo, son los siguientes:

1. Sobrecupo
2. Tiempos de espera

3. Retrasos
4. Baja ocupación.
5. Aumento del gasto de combustible
6. Baja rentabilidad del sistema de transporte
7. Sistema de transporte no alcanza a cubrir la demanda del mismo.

Este proyecto, se enfoca como un proyecto de optimización de activos (AOP), tomando como los principales activos las unidades de transporte, autobuses, trenes, autobuses acuáticos, etc. Por lo que mediante este proyecto, y la optimización de los activos para darles el mejor uso que este pueda encontrar, ayudará a resolver uno o varios de los problemas mencionados.

*Cabe mencionar que el proyecto partirá enfocándose solo en un tipo de unidad de transporte el cual será autobuses.

*Cabe mencionar que el proyecto partirá enfocándose en resolver solamente una problemática, aunque las problemáticas que se visualizan que tendrán alguna mejora mediante la aplicación de este proyecto son las siguientes:

1. Sobrecupo
2. Baja ocupación
3. Aumento del gasto de combustible
4. Baja rentabilidad del sistema de transporte
5. Sistema de transporte no alcanza a cubrir la demanda del mismo.

Ya que mediante el proyecto de optimización de activos esas 5 problemáticas podrían tener mejoría.

Aunque tal vez sacrifiquemos las siguientes problemáticas:

1. Tiempos de espera
2. Retrasos

Y eso no quiere decir que la calidad del servicio vaya a disminuir, al contrario, se busca que aumente. Pero al aplicar el proyecto de optimización de activos, de unidades de transporte en tiempo real, estaríamos mejorando las 5 problemáticas mencionadas anteriormente, aunque tal vez sacrificando tiempos de espera y retrasos, ya que no planeamos enviar rutas vacías solo

por cumplir con un horario fijo. Al contrario buscamos optimizar y balancear cada ruta según su capacidad y demanda en tiempo real.

Contexto:

La crisis de asequibilidad de la vivienda en Vancouver está relacionada en parte con los sistemas de tránsito deficientes. La densidad de población tiende a centrarse en áreas con SkyTrains porque la gente quiere un mejor acceso para ir al trabajo, la escuela y las actividades de ocio. Sin embargo, el acceso deficiente al transporte público en el Great Vancouver significa que todos están tratando de mudarse a la ciudad, lo que aumenta aún más los costos de las unidades de vivienda.

La falta de acceso al transporte público en el área metropolitana de Vancouver y los costos de alquiler increíblemente altos en las principales ciudades significan que la mayoría de las personas se ven obligadas a mudarse lejos de Vancouver y depender de sus automóviles para ir a la escuela o al trabajo. Vivir en cualquier lugar que no sea Vancouver genera numerosos problemas de accesibilidad relacionados con el transporte: los vehículos costosos y el tránsito poco confiable son solo algunos. Esta es una forma extremadamente insostenible para que la sociedad siga funcionando.

La pandemia creó enormes desafíos para TransLink, que los obligó a cortar algunas rutas de autobús desde las comunidades de Vancouver. El número de pasajeros se desplomó al 44 % de las condiciones anteriores a la COVID en 2020. Estas tasas se están recuperando lentamente y se sitúan en el 75 % en 2022, pero los problemas de acceso al transporte público en el área metropolitana de Vancouver no parecen estar mejorando mucho.

Está creciendo a “pasos agigantados”, agregó. “Se estima que más de 50,000 personas se mudan anualmente a Metro Vancouver”, dijo. “Eso es agregar una ciudad del tamaño de North Vancouver cada año”. Posibles causas

Posibles causas

Aumento de la población en Greater Vancouver en los últimos años, aumento en el precio de los combustibles, aumento en el precio de

estacionamiento, aumento de todos los precios en general para la vida en la ciudad (vivienda, alimentos, seguro medico, etc), cambio climático en los últimos años, falta de infraestructura de la ciudad en especial contra nevadas, etc.

3. Justificación

El sistema de transporte Translink de Vancouver es un sistema el cual está conectado a Google. Mediante Google Maps los usuarios pueden ver en tiempo real la ubicación de las unidades, retrasos, avisos, entre otra información que los ayuda en cada viaje que realizan.

Esta es la razón principal por la cual elegí este tema como mi protocolo de investigación, porque es un sistema el cual ya tiene datos para ser analizados y por lo tanto se pueden realizar análisis efectivos para proponer soluciones a los problemas que el sistema tiene.

Al ser un sistema que actualmente ya trabaja con datos, hace aún más interesante el tema ya que, ¿Por qué un sistema que ya maneja datos tiene todos los problemas mencionados anteriormente? Tal vez no se está usando la información de manera eficiente, tal vez no se están realizando los análisis correctos, tal vez ni siquiera se están midiendo las variables correctas o midiendo los datos correctos para poder tener análisis funcionales, tal vez los resultados no se están presentando de forma correcta o a la gente correcta, entre tantas posibilidades del porque un sistema que ya maneja datos tiene tantas oportunidades de mejora.

Entonces la justificación de este proyecto es manejar los datos del sistema de transporte Translink de manera eficiente para poder optimizar y mejorar el servicio para los usuarios, y a la vez ser más rentable.

4. Antecedentes/Marco teórico

Se tiene bastante información y antecedentes al respecto. Aunque los antecedentes e información que tomaremos principalmente son los

relacionados a la reducción del sobrecupo en sistemas de transporte públicos, de los cuales hay excelente información de los mejores sistemas de transporte público en el mundo, por ejemplo tenemos el “Journal of Public Transportation” de Reino Unido que es una revista vigente, y en uno de sus volúmenes que tiene como título “Crowding in Public Transport: A Review of Objective and Subjective Measures”, menciona que una de las formas de reducir el sobrecupo es incrementando la frecuencia o la capacidad, así como reduciendo la densidad de pasajeros, las cuales son las soluciones comunes para el sobrecupo.

A la vez también tendremos que analizar la información relacionada con la optimización de sistemas de transportes públicos en general. Además, también analizaremos la misma información proporcionada por Translink, ya que ellos mismos mencionan que el sobrecupo es un problema para resolver. En en otros apartados, y en sus reportes podemos ver que actualmente tienen proyectos los cuales también se pueden relacionar con este protocolo, ya que tienen proyectos sobre balanceo de paradas de autobús, velocidad y confiabilidad de autobuses, proyecto de uso de datos, entre otros.

La variable que optimizaremos en este proyecto “el sobrecupo” la tomaremos como una variable cuantitativa para prevenir ambigüedades. Se planea definir un numero exacto de capacidad máxima para cada unidad, por lo que al sobrepasar este valor de sobrecupo aunque sea por una persona, ya se considerará sobrecupo. Por esto mismo nuestro método de investigación será principalmente cuantitativo.

Aunque sabemos que el resultado, la mejora y el beneficio que esta optimización traerá será cualitativa, ya que repercutirá directamente en la calidad del servicio, así como en la percepción, experiencia y opinión del usuario sobre este el sistema de transporte.

5. Hipótesis

¿Quién? Transporte publico Translink. Modalidad de autobuses.

¿Dónde? Greater Vancouver, Canadá.

¿Qué? Optimizar sistema de transporte Translink usando los datos generados en tiempo real. enfocándonos en reducir y controlar el sobrecupo.

¿Cuándo? Periodo de investigación durante los dos años de maestría, los datos son actualizados en tiempo real, por lo que se analizarán los datos en tiempo real durante esos dos años de investigación.

¿Por qué? Porque mismo translink en su último reporte anual ha mencionado que el sobrecupo es un problema que tienen, y que necesita ser mejorado. Por ende, el sistema de transporte Translink necesita ser optimizado para dar un mejor servicio a los usuarios.

¿Cómo? Aplicando ciencia de datos en el sistema de transporte Translink mediante el uso de los datos que se tienen por la conectividad con Google. Generando un modelo para la optimización del sistema, reduciendo y controlando el sobrecupo mediante el uso de los datos en tiempo real.

Hipótesis: En los próximos dos años de maestría, el sistema de transporte público Translink en Vancouver, Canadá, modalidad de autobuses, puede ser optimizado mediante un modelo a base de la ciencia de los datos, para reducir y controlar el sobrecupo del sistema en un valor por debajo del 4%.

6. Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es el optimizar los activos del servicio de transporte público Translink en Vancouver, Canadá, mediante el alcance del siguiente objetivo específico:

Reducir y controlar el sobrecupo del sistema de transporte público Translink en Vancouver, Canadá, modalidad de autobuses, a un valor menor al 4%, proponiendo un modelo de optimización del sistema, mediante la aplicación de la ciencia de los datos.

Para esto se planean los siguientes pasos:

1.1 Definir la ocupación ideal por unidad.

1.2 Definir el valor máximo de ocupación por unidad, arriba de este valor se

considerará como sobrecupo.

1.3 Definir la forma de medir el sobrecupo de una forma específica.

1.4 Medir el sobrecupo por ruta.

1.5 Medir el sobrecupo de los autobuses en general.

1.6 Evaluar el impacto del sobrecupo en la valoración de los usuarios sobre el sistema de transporte, así como la relación con el aumento o disminución de los clientes por esta causa.

2.0 Si la correlación entre número de clientes y el sobrecupo rebaza cierto valor numérico a definir, entonces el siguiente objetivo será, reducir el sobrecupo general y por ruta, y controlarlo a un valor menor al 4%.

Para esto,

2.1 Se trabajará con los datos obtenidos (medidos) en tiempo real.

2.2 Se limpiarán y prepararán los datos.

2.3 Se analizarán los datos.

2.4 Se creará el modelo de optimización.

2.5 Se aplicará el modelo, o se realizará la simulación.

2.6 Se mejorará el modelo de ser necesario.

2.7 Se controlará el modelo y aplicación.

7. Alcance

Este proyecto tiene un alcance muy definido.

Como el mismo título lo dice, este proyecto busca optimizar los activos del sistema de transporte Translink en Vancouver, Canada.

Aunque este concepto puede ser muy amplio, por eso mismo lo enfocamos en lo siguiente:

1. Primeramente, el sistema de transporte Translink consta de distintos tipos de transporte, como los son Autobuses, trenes, autobuses acuáticos, autobuses de menor capacidad, entre otros.

Por lo que acotando el alcance, este proyecto solo se enfocará a optimizar los autobuses, por lo que se tomarán estos como nuestro activo a

optimizar.

2. Como vimos anteriormente, el sistema de transporte Translink tiene varias problemáticas a resolver, o por lo menos mejorar. En el planteamiento del problema citamos 7 de los mas significativos.

Por lo que para que este proyecto sea alcanzable durante la maestría, además de medible y comprobable, es que en este proyecto nos enfocaremos solamente en una problemática, la cual será el problema del sobrecupo. Con el objetivo específico de desarrollar un modelo, con el cual podamos disminuir el sobrecupo en un 4%.

Aunque muy seguramente mejoraremos otras problemáticas que van relacionadas como los son: Baja ocupación, Aumento del gasto de combustible, Baja rentabilidad del sistema de transporte, Sistema de transporte no alcanza a cubrir la demanda del mismo.

8. Metodología

El sistema de transporte Translink cuenta con distintos tipos de transporte tales como 3 línea de tren, sistema de autobuses, sistemas de rutas alimentadoras, sistema de autobús acuático y West Coast Express.

En este protocolo de investigación, la población, o el tipo de sistema de transporte a optimizar, reduciendo y controlando el sobrecupo a un valor menor del 4%, será el de autobuses.

Se planean usar las siguientes metodologías: metodologías de ciencia de datos, metodologías de análisis de datos, metodologías de machine learning, SMART para definición y desarrollo de objetivos, DIMAIC lean six sigma para aplicar mejorar y controlar la correcta aplicación y calidad de nuestro modelo, entre otras metodologías que se consideren necesarias usar durante el desarrollo del mismo proyecto.

Con el panorama que se tiene actualmente sobre este proyecto, la variable que nos interesa medir principalmente es la ocupación de las unidades en tiempo real. Esto será posible debido a lo siguiente:

Lo primero es que, el sistema de transporte Translink está conectado con

Google, por lo que el sistema completo ya nos brinda gran cantidad de datos. La segunda es que, las personas deben de escanear su tarjeta “compass card” o pagar su pasaje ya sea con tarjeta de crédito, débito, o pagarlo con efectivo, al ingresar a cada autobús, por lo que se tiene la información de cuantas personas ingresan a cada unidad.

La tercera es que, todas las unidades de autobuses cuentan con cámaras que envían información en tiempo real. Por lo que estas cámaras además de seguridad también pueden ser usadas para el conteo de la ocupación en cada unidad en tiempo real, mediante el uso de técnicas de machine learning.

Entonces para la obtención de los datos se planean usar los mismos datos ya medidos y proporcionados por los mismos Translink y Google en tiempo real. Los cuales se tendrán que observar, limpiar y analizar mediante las metodologías y técnicas de ciencia de datos que aprendemos durante la maestría, para así poder desarrollar el modelo con el cual será posible reducir y controlar la sobreocupación por debajo del 4% en el sistema de autobuses del sistema de transporte Translink.

9. Recursos

Los recursos humanos o personas que estarán involucradas en este proyecto serán: Fernando Arevalo como el responsable de este proyecto, mi director de proyecto el Mtro. Victor Cuspinera, co-director de proyecto y asesores los cuales aún no he elegido, así como algún personal que trabaje en el sistema de transporte Translink con el cual muy probablemente me pondré en contacto para conseguir alguna información o aclarar algún punto. Éstas son las personas que se contemplan en este punto inicial, aunque más personas se podrían agregar mientras avanza el desarrollo del proyecto.

También se planean usar los siguientes recursos materiales: Como herramienta principal mi equipo de cómputo actual, o si es necesario invertir en la compra de una computadora más nueva y con mayor capacidad, se consideraría. Se planean usar softwares y programas gratuitos o proporcionados por la universidad, aunque si se requiere pagar algún software

extra también se consideraría. Se planea pagar si existiera algún cobro por parte de Translink y Google por el uso de los datos de su sistema, aunque para el alcance del proyecto los datos a usar deberían ser gratuitos. También se planean usar las instalaciones de UDG CUCEA, así como mi oficina en mi domicilio de vivienda.

Finalmente como planeación de los recursos económicos se tienen estimados los siguientes gastos:

Costo de maestría por semestre \$28,000.00 MXN

Costo de transporte por semestre \$6,000.00 MXN

Costo de electricidad en uso para este proyecto por semestre : \$300.00 MXN

Semestres: 4.

Inversión extra ya sea en cursos para aprender un tema específico, libros, equipo, o software necesario para poder desarrollar la maestría y proyecto, por semestre \$5,000.00 MXN

10. Cronograma

Protocolo de Investigación/Proyecto para titulación Optimización del sistema de transporte Translink en Vancouver, Canadá					
Item	Actividad	1er Semestre	2do Semestre	3er Semestre	4to Semestre
1	Definir				
2	Obtener los datos				
3	Limpiar los datos				
4	Analizar los datos				
5	Desarrollar el modelo				
6	Aplicar el modelo (o simulación)				
7	Mejorar el modelo si es necesario				
8	Controlar el modelo				

11. Fuentes de información (Referencias bibliográficas)

- El protocolo de investigación. Consultado el 22 de septiembre de 2010.
Disponible en: <http://www.desi.iteso.mx/elec/instru/protocol/pdf>
- Organización Panamericana de la Salud. Guía para escribir un protocolo de investigación. Consultado el 20 de septiembre de 2010. Disponible en www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion.../ops_protocolo.pdf

- Instrucciones para redactar protocolo de investigación. Consultado el 20 de septiembre de 2010. Disponible en:
www.udlap.mx/.../InstruccionesparaRedactarProtocolodeInvestigacion.doc
- Mendoza, Marivel. Guía para la elaboración del protocolo de investigación. Consultado el 22 de septiembre de 2010. Disponible en:
www.scribd.com/doc/2411502/guia-la-elaboracion-del-protocolo-de-investigacion

Kenneth Chan (Jan 9 2023), These are the 13 cities with North America's best public transit systems

<https://dailyhive.com/canada/north-america-best-public-transit-systems>

Ana Rosa Jimenez Meza, Directorio, CUCEA-UDG

<https://dti.cucea.udg.mx/es/directorio/ana-rosa-jimenez-meza>

Allie Turner (Jan 27.2023), How big a problem is fare evasion on public transit in Vancouver?

<https://www.vancouverisawesome.com/local-news/fare-evasion-skytrain-vancouver-translink-transit-6429151>

Akshay Kulkarni · CBC News (Apr 29, 2023)

<https://www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/translink-ridership-rebound-2022-1.6827116>

Glenda Luymes (Feb 22, 2023), Is it time to 'rethink' how we fund public transit in Metro Vancouver?

<https://vancouversun.com/news/local-news/is-it-time-to-rethink-how-we-fund-public-transit-in-metro-vancouver>

Application Developer Resources, Translink.ca

<https://www.translink.ca/about-us/doing-business-with-translink/app-developer-resources>

TRANSLINK 2022 ACCOUNTABILITY REPORT, Material Assessment, translink.ca

<https://www.translink.ca/-/media/translink/documents/about-translink/corporate->

[reports/accountability_reports/2022/accountability_report_materiality_assessment_2022.pdf](#)

2022 Transit Service Performance Review, translink.ca

[https://www.translink.ca/-/media/translink/documents/plans-and-projects/managing-the-transit-network/tspr/2022_transit_service_performance_review.pdf](#)

Translink.ca (April 2023), Customer Satisfaction

[https://www.translink.ca/plans-and-projects/data-and-information/accountability-centre](#)

Translink.ca (June 2023), Application Developer Resources

[https://www.translink.ca/about-us/doing-business-with-translink/app-developer-resources](#)

Johann Molinari (02 Apr 2021), SMART methodology: how to set goals and reach them?

[https://blog.pop.work/popwork-management-tips/smart-methodology-how-to-set-goals-and-reach-them/](#)

Goleansixsigma blog, DMAIC – The 5 Phases of Lean Six Sigma

[https://goleansixsigma.com/dmaic-five-basic-phases-of-lean-six-sigma/](#)

Zheng Li, David A. Hensher (April 2013), Crowding in Public Transport: A Review of Objective and Subjective Measures

[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1077291X22012486#:~:text=One%20way%20to%20reduce%20crowding,a%20common%20solution%20to%20overcrowding.](#)

Bus Projects, translink.ca

[https://www.translink.ca/plans-and-projects/projects/bus-projects](#)

Vancouver, Canada Metro Area Population 1950-2023, macrotrends.net

[https://www.macrotrends.net/cities/20404/vancouver/population](#)

Overcrowding on transit approaches pre-pandemic levels, TransLink survey says, Maria Vinca and James Paracy (Jun 1, 2023), vancouver.CityNews.ca

[https://vancouver.citynews.ca/2023/06/01/metro-vancouver-transit-overcrowded-survey/](#)



Comentarios sobre trabajo o proyecto de alumno
Ficha de evaluación de la presentación en coloquios

Profesor comentarista	Dr. Sergio Rogelio Tinoco Martínez
Nombre del alumno	Fernando Arturo Arevalo Pérez
Tema de trabajo	Optimización del transporte TransLink de Vancouver, Canadá
Período académico	2023B

ASPECTOS POR CONSIDERAR

DESCRIPCIÓN		(E)	(B)	(R)	(D)
1	Estructura de la presentación	X			
2	Apoyos visuales y gráficos	X			
3	Capacidad para transmitir las ideas		X		
4	Seguridad e interacción con el auditorio (manejo escénico)		X		
5	Dominio del tema	X			
6	Ortografía y gramática (en diapositivas o materiales de apoyo)	X			
7	Apariencia y formalidad (vestimenta adecuada, vocabulario empleado)		X		
8	Fluidez y agilidad de la presentación	X			
9	Manejo del tiempo	X			
10	Capacidad para responder las preguntas	X			

ASPECTOS A EVALUAR DESEMPEÑOS

E= Excelente, B= Bien, R=Regular, D=Deficiente

Comentarios y/o recomendaciones

Forma	Fondo
	<p>¿Cuáles son los datos que se analizarán y cuál el método de optimización que se propone para resolver el problema?</p> <p>Además, sugiero que se revise si el problema se puede resolver con los métodos tradicionales de optimización lineal/no lineal, dado que proporcionarían la solución óptima.</p>

ATENTAMENTE

Zapopan, Jalisco a 09 de enero de 2024

Dr. Sergio Rogelio Tinoco Martínez

**Nombre y firma del
Profesor comentarista**

posgrados.cucea.udg.mx

Periférico Norte 799, Núcleo Universitario Los Belenes, Módulo "P201"

Zapopan, Jal., México. C.P. 45100

Tel: (33) 37703300 Ext. 25471

Correo: mcd@cucea.udg.mx



Comentarios sobre trabajo o proyecto de alumno
Ficha de evaluación de la presentación en coloquios

Profesor comentarista	Dr. Alex Guillén Bonilla
Nombre del alumno	Arévalo Pérez Fernando Arturo
Tema de trabajo	optimización del Sistema de Transporte Publico Translink
Período académico	2023-B

ASPECTOS POR CONSIDERAR

DESCRIPCIÓN		(E)	(B)	(R)	(D)
1	Estructura de la presentación		X		
2	Apoyos visuales y gráficos		X		
3	Capacidad para transmitir las ideas		X		
4	Seguridad e interacción con el auditorio (manejo escénico)		X		
5	Dominio del tema		X		
6	Ortografía y gramática (en diapositivas o materiales de apoyo)		X		
7	Apariencia y formalidad (vestimenta adecuada, vocabulario empleado)		X		
8	Fluidez y agilidad de la presentación		X		
9	Manejo del tiempo		X		
10	Capacidad para responder las preguntas		X		

ASPECTOS A EVALUAR DESEMPEÑOS

E= Excelente, B= Bien, R=Regular, D=Deficiente

Comentarios y/o recomendaciones

Forma	Fondo
Las recomendaciones y comentarios fueron hechos en su presentación.	

ATENTAMENTE

Zapopan, Jalisco a 9 de enero de 2024

Dr. Alex Guillén Bonilla
Profesor comentarista