

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO


FACULTAD DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

Profesor Patrocinante: Patricio Álvarez Mendoza PhD.

Profesor Comisión: Sergio Vargas Tejeda PhD

Cristian Oliva San Martin PhD



Estimación del Riesgo de Contagio de Enfermedades Infecto-Contagiosas en Entregas de e-Commerce

PROYECTO DE TÍTULO PRESENTADO EN CONFORMIDAD A LOS
REQUISITOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

GERMÁN FELIPE DURÁN PUENTES

Concepción, octubre 2020

DEDICATORIA

A Dios y mi familia, por su incondicional amor y apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a cada una de las personas que componen el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, quienes fueron parte de este proceso formativo como profesional. En particular agradezco al profesor patrocinante de este proyecto de título, el Dr. Patricio Álvarez Mendoza, quien me guio en esta última etapa, aportando con su conocimiento y experiencia.

Agradezco a Dios, por todas y cada una de las cosas que hizo que fuera posible culminar esta etapa y por permitirme hacerlo junto a todos mis seres queridos. A mi familia, quienes desde pequeño me inculcaron perseverar en lograr mis metas, en tener paciencia y agradecimiento por todas las cosas. Agradezco también el amor, la atención y preocupación que ellos siempre me tienen.

Agradezco también a mi compañera Daniela Orellana, quien me acompañó en momentos felices y tristes en la universidad, contando siempre con su apoyo durante este proceso.

Muchas gracias a cada uno de los fueron parte.

Estimación del Riesgo de Contagio de Enfermedades Infecto-Contagiosas en Entregas de e-Commerce

Autor: Germán Felipe Durán Puentes

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío-Bío

Correo electrónico: germanduranpuentes@gmail.com

Profesor patrocinante: Patricio Álvarez Mendoza PhD

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío-Bío

Correo electrónico: palvarez@ubiobio.cl

RESUMEN

El riesgo de contagio, es de interés e importancia para el control de la propagación de diversas enfermedades infecto-contagiosas. En particular, conocer el riesgo de contagio para los repartidores que participan en los distintos servicios asociados al e-commerce es un antecedente relevante para decidir medidas de prevención diferenciadas según el tipo de ocupación desempeñada. En este estudio se presenta un modelo para estimar el riesgo de contagio por enfermedades infecciosas en función de la tasa de contagio de la enfermedad, la fracción de la población infectada y la exposición del repartidor a la población general. Por otro lado, se consideran diferentes tasas de contagio dependiendo de diferentes esquemas de protección adoptados. En particular, el modelo se aplica para evaluar el riesgo de contagio de COVID-19 en 3 servicios de reparto (alimentos, encomiendas y el servicio de cartas o mensajería) y se compara dicho riesgo con el de una persona con actividad promedio. Los resultados indican que el riesgo o la probabilidad de contagio para un repartidor de cartas es 7 veces mayor que para una persona con una actividad normal, el de encomiendas 3,9 veces mayor y el de alimentos 1,3 veces mayor. Además, las medidas de prevención consideradas pueden disminuir en más de un 50% el riesgo de contagio, siendo la más efectiva el distanciamiento social.

Estimation of the Risk of Contagion of Infectious-Contagious Diseases in e-Commerce Deliveries

Author: Germán Felipe Durán Puentes

Department of Civil and Environmental Engineering, Universidad del Bío-Bío

E-mail: germanduranpuentes@gmail.com

Advisor: Patricio Álvarez Mendoza

Department of Civil and Environmental Engineering, Universidad del Bío-Bío

E-mail: palvarez@ubiobio.cl

ABSTRACT

The risk of contagion is of interest and importance for the control of the spread of various infectious-contagious diseases. In particular, knowing the risk of contagion for couriers participating in the different services associated with e-commerce is an important precedent for deciding on differentiated prevention measures according to the type of occupation performed. This study presents a model for estimating the risk of contagion from infectious diseases according to the rate of contagion of the disease, the fraction of the infected population and the exposure of the deliveryman to the general population. On the other hand, different contagion rates are considered depending on different protection schemes adopted. In particular, the model is applied to assess the risk of contagion of COVID-19 in 3 delivery services (food, parcels and the letter or courier service) and compares that risk with that of a person with average activity. The results indicate that the risk or probability of contagion for a card dealer is 7 times greater than for a person with a normal activity, that of parcels 3.9 times greater and that of food 1.3 times greater. In addition, the prevention measures considered can reduce the risk of contagion by more than 50%, the most effective being social distancing.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Justificación del tema.....	3
1.2	Objetivos	4
1.2.1	Objetivo General.....	4
1.2.2	Objetivos Específicos.....	4
2.	MARCO TEÓRICO	5
2.1	Enfermedades infecto-contagiosas	5
2.2	Virus Covid-19	5
2.2.1	Tipos de portadores.....	5
2.2.2	Modos de propagación del virus.....	6
2.3	E-commerce.....	7
2.3.1	Etapas del e-commerce	8
2.4	Modelos matemáticos de enfermedades infecto-contagiosas.....	8
3.	METODOLOGÍA	12
3.1	Revisión bibliográfica	12
3.1.1	Capacidad de contagiar del virus.....	12
3.1.2	Mecanismos de transmisión del virus considerados	12
3.1.3	Características de operación del e-commerce consideradas	13
3.2	Propuesta de un modelo matemático que permita evaluar el riesgo de contagio. .	13
3.2.1	Construcción y demostración del modelo	14
3.2.2	Validación del modelo propuesto	16
3.2.3	Antecedentes de Evaluación y comparación del riesgo de contagio de diferentes estrategias y políticas de distribución.....	17
3.3	Propuestas de medidas de prevención de riesgo por cadena.	18
4.	RESULTADOS.....	19
4.1	Evaluación del riesgo de contagio	19
4.1.1	Probabilidad para distintos servicios	19
4.1.2	Diferencias del riesgo para distintas comunas y a lo largo de la evolución de la pandemia.....	19
4.2	Evaluación del riesgo según distintas medidas de prevención.....	21
5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	23
5.1	En relación al virus	23

5.2	En relación al e-commerce	23
5.3	En relación al modelo matemático	23
5.4	En relación a las evaluaciones y comparaciones	23
5.5	En relación a las propuestas de prevención de riesgo por cadena	24
6.	CONCLUSIONES	25
6.1	Conclusiones Principales	25
6.2	Otras Conclusiones	25
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	26
5.	ANEXO	29
3.4	Análisis de sensibilidad y comportamiento del modelo matemático.....	29
3.5	Tablas utilizadas para la construcción de los graficos de Probabilidad de contagio para un cartero, número de casos activos y fracción de la población contagiada.....	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Probabilidad de contagio sin medidas de prevención y con distintas medidas.	12
Tabla 2.	Resultado encuesta a trabajadores de reparto respecto al número de contactos.	17
Tabla 3.	Probabilidad de contagio para los distintos sectores.	19
Tabla 4.	Número de casos activos para distintas comunas de la región del Biobío (Chiguayante, Hualpén y Talcahuano).	30
Tabla 5.	Número de casos activos para distintas comunas de la región del Biobío (Penco, San Pedro de la Paz y Concepción).	32

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1.	Variación de ventas del comercio físico y online.	3
Gráfico 2.	Número de casos totales confirmados según tramo de edad	16
Gráfico 3.	Número promedio de contactos por persona en distintos grupos de edades.	18
Gráfico 4.	Evolución de la probabilidad de contagio para un cartero en distintas comunas de la región del Biobío.....	20
Gráfico 5.	Evolución de casos activos en distintas comunas de la región del Bio bio.	20
Gráfico 6.	Evolución de la fracción de la población infectada.....	21
Gráfico 7.	Probabilidad de contagio para distintos números de contactos y con distintas medidas de prevención.	22
Gráfico 8.	Sensibilidad del modelo respecto a sus variables explicativas.	29
Gráfico 9.	comportamiento del modelo para distintos números de contactos.....	30

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia han ocurrido una gran cantidad de pandemias como, por ejemplo, la peste negra (peste bubónica), gripe española, gripe asiática, VIH sida, ébola, etc. Estas producen grandes impactos al sistema en todos sus aspectos, economía, salud, forma de vida, etc. Esto se debe a que para detenerlas son necesarias medidas drásticas y duras. Actualmente se encuentra presenta una nueva pandemia, producida por el virus Coronavirus, específicamente el SARS-Cov-2, que produce la enfermedad COVID-19.

El 30 de enero del año 2020 la OMS (Organización Mundial de la Salud) declaró la epidemia de COVID-19 una emergencia de salud pública internacional, para posteriormente el día 11 de marzo del mismo año declarar la pandemia. Esto produjo que distintos países tomaran medidas similares respecto al control de la propagación de la enfermedad. En particular en Chile, las medidas apuntaron principalmente al aislamiento de la población, suspensión de actividades masivas como clases presenciales y eventos, restricción de la operación de algunos comercios, el uso obligatorio de mascarillas y ejercicio del distanciamiento social, a lo que más tarde se adicionaron medidas más extremas como la implementación de cordones sanitarios y cuarentenas territoriales.

La movilidad tan propia de nuestros tiempos, ha incidido significativamente a la propagación del Coronavirus (SARS-Cov-2) ya sea a nivel internacional y nacional, diseminando la enfermedad en el territorio y especialmente en aquellos sectores con mayor población y movilidad. Debemos recordar que aún con la implementación de medidas tan estrictas como la cuarentena, por una cuestión natural y necesaria para el abastecimiento de la población se permite el tránsito de personas y el traslado de productos.

La implementación de medidas que restringen el movimiento de las personas, ha producido un importante aumento del volumen de compras por canales digitales (e-commerce), fundamentalmente porque permite a las personas acceder a una variada oferta de bienes y servicios sin la necesidad de salir del hogar. Sin embargo, esta alternativa también representa riesgo de contagio tanto para la persona que recibe los bienes como para quien los reparte,

razón por la cual es necesario identificar los factores de riesgo de la actividad y cuantificar para diferentes formatos de entrega el riesgo de contagio que involucra la actividad.

De esta forma es posible entonces definir o recomendar diferentes medidas de protección dependiendo de cada esquema de reparto en particular.

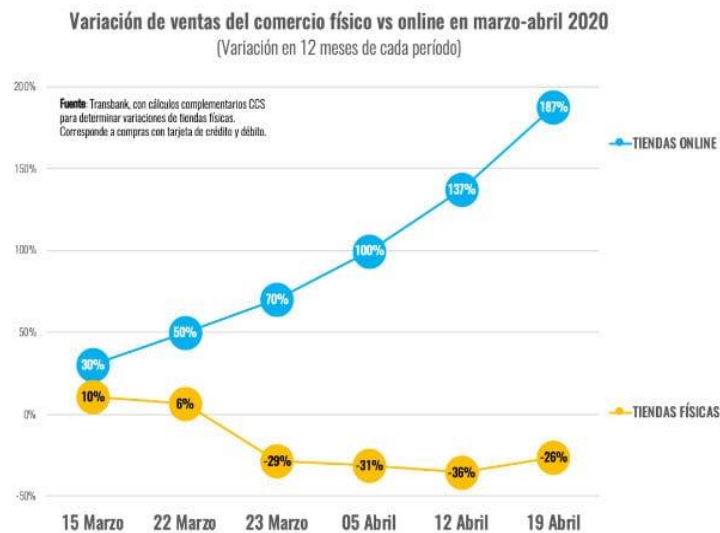
En general para la propagación de las enfermedades infecto contagiosas hay 3 características particulares de ellas consideradas como principales factores de propagación, estas son: La tasa de contagio, el número de contactos y la población infectada. Esto debido a que la tasa de contagio es propia de cada virus y depende de las medidas de prevención a utilizar, también es de conocimiento que, a mayores contactos, mayor será la propagación y que, en sectores, comunas y países donde existe un mayor número de infectados, mayor será el riesgo de contagio.

1.1 Justificación del tema

Teniendo presente el aumento del e-commerce, y el potencial riesgo inherente a la actividad del transporte de mercancías, se hace necesario conocer cuál es el riesgo que esta representa. Si bien, la mayoría de las personas se encuentran aisladas en sus hogares, implementando medidas de prevención como las indicadas anteriormente, tiene sentido formular algunas preguntas que permitan dimensionar con mayor precisión cuál es el riesgo de contagio. Particularmente, en el caso de los individuos que deben continuar en el desempeño de sus funciones, interesa determinar: ¿cuáles son los factores que determinan el riesgo? ¿cuánto es el riesgo que tienen de contraer el virus?

Según cifras de Transbank, las ventas del comercio online aumentaron aproximadamente hasta un 190%, considerando el periodo del 15 de marzo a la semana terminada el 19 de abril y su incremento sigue describiendo una curva de crecimiento exponencial, prácticamente triplicándose en relación al año previo. A continuación, se muestra la variación de ventas del comercio físico en comparación con ventas online.

Gráfico 1. Variación de ventas del comercio físico y online.



Además, empresas como Rappi Chile, CornerShop y Uber Eats declararon tener un aumento explosivo en la planta de repartidores, llegando a 60 % en el periodo marzo y junio del año 2020. Entonces considerando el evidente aumento de esta actividad, sin duda alguna, es clara

la necesidad de conocer el riesgo de contagio en la cadena logística del e-commerce, en especial determinar el riesgo al cual están expuestos estos trabajadores para una adecuada identificación de acciones de mitigación del riesgo de contagio.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Evaluar el riesgo de contagio de enfermedad infecto-contagiosa en servicios de reparto de bienes.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar y sintetizar los mecanismos de transmisión de enfermedades infecto-contagiosas
- Identificar las principales características de operación de diversas redes logísticas asociadas al e-commerce y otras redes.
- Proponer un modelo matemático para evaluar el riesgo de contagio en redes de distribución.
- Evaluar y comparar el riesgo de contagio de diferentes estrategias y políticas de distribución en el caso COVID-19.
- Realizar propuestas de prevención de riesgo por cadena.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Enfermedades infecto-contagiosas

Las enfermedades IC son enfermedades producidas por la transmisión del agente causal, ya sea por contacto directo con la persona afectada o por otra vía, como el aire, los alimentos, el agua u otras. Una enfermedad infectocontagiosa es causada por un microorganismo. Puede ser transmitida de una persona a otra. Los microorganismos que causan enfermedades se llaman patógenos y pueden ser de varios tipos: Virus, Bacterias, Protozoarios y Hongos.

2.2 Virus Covid-19

La COVID-19 es una enfermedad infecciosa producida por el coronavirus. De todos los tipos de corona virus que existen, este es el que se ha descubierto más recientemente (SARS-Cov-2). Tanto el nuevo virus como la enfermedad que provoca eran desconocidos antes del brote inicial en Wuhan, China en diciembre de 2019. Actualmente la COVID-19 es una pandemia que ha afectado, desde fines de 2019 al 28/09/2020, a más de 190 países y más de 33 millones de personas en todo el mundo, causando más de 998.000 muertes, en particular en Chile desde comienzos de marzo hasta el 28/08/2020 lleva más de 450 mil casos confirmados y más de 12.600 muertos.

2.2.1 Tipos de portadores

Cómo es propio de las IC, existen diversos tipos de portadores de la enfermedad, no siendo la excepción e COVID-19.

2.2.1.1 Portador pasivo

El portador pasivo no está infectado, pero tiene el virus en alguna superficie, por ejemplo: Un médico que presente el virus en la superficie de su mano y contacte a otra persona contagiándola y posteriormente el médico se lava las manos sin necesariamente contagiarse.

2.2.1.2 Portador activo

El portador activo es una persona infectada que puede transmitir la enfermedad a otros a través del contacto físico o por vía aérea cuando la distancia entre personas es menor a 1 metro.

2.2.1.3 Portador asintomático

Los portadores asintomáticos son portadores activos que no presentan signos o síntomas de la enfermedad a pesar de estar infectados.

2.2.2 Modos de propagación del virus

El virus COVID-19 tiene diferentes mecanismos de contagio, siendo el más importante el contacto directo entre personas.

2.2.2.1 Contacto directo

En este caso el virus se transmite por contacto físico entre dos individuos a través de acciones como tocar, besar, tener relaciones sexuales, o aerosoles de gotas (a menos de 1 metro).

El Ministerio de Salud de Chile declara que esta es la principal forma de contagio del virus y la más importante (podría existir contagio por superficie pero es algo con baja probabilidad y no común de ocurrir). También nombra al contacto directo como contacto estrecho y específica que esto ocurre en cualquiera de las siguientes situaciones:

- I. Haber mantenido más de 15 minutos de contacto cara a cara, a menos de un metro, sin mascarilla.
- II. Haber compartido un espacio cerrado por 2 horas o más, en lugares tales como oficinas, trabajos, reuniones, colegios, entre otros, sin mascarilla.
- III. Vivir o pernoctar en el mismo hogar o lugares similares a hogar, tales como hostales, internados, instituciones cerradas, hogares de ancianos, hoteles, residencias, entre otros.

Haberse trasladado en cualquier medio de transporte cerrado a una proximidad menor de un metro con otro ocupante del medio de transporte que esté contagiado, sin mascarilla.

2.2.2.2 Contacto indirecto

Este modo de propagación es el que involucra objetos inanimados, como, por ejemplo, manillas, toallas, objetos clínicos, entre otros. Hay estudios que presentan la duración del Coronavirus (SARS-Cov-2) en distintas superficies, por ejemplo, como aerosol en el aire 3 hrs, en superficies como el cobre 4 hrs, en carton 24 hrs, en plástico 72 hrs, etc. Sin embargo, estos estudios hablan de concentración del virus y no de la posibilidad de contagio, ni cuan contagiosa es dicha cantidad encontrada.

También existen otras formas de contacto indirecto, las cuales se presentan a continuación: La primera es vehículos de transmisión, que se refiere a la transmisión de patógenos a través de vehículos como el agua, los alimentos y el aire (a más de 1 metro). La segunda es vector de transmisión, para esta forma existen 2 tipos, el primero denominado vector mecánico el cual es en donde la transmisión es facilitada por un vector mecánico (un animal que lleva un patógeno de un huésped a otro sin ser infectado), el segundo es el vector biológico el cual es donde la transmisión se produce cuando el patógeno se reproduce dentro de un vector biológico que transmite el patógeno de un huésped a otro.

2.3 E-commerce

El concepto de e-commerce se refiere a la transacción de bienes y servicios entre un comprador y un vendedor utilizando como medio el internet. A nivel mundial el e-commerce las categorías más compradas por usuarios son belleza y moda, productos electrónicos juguetes, decoración y comida. Esto debido a su fácil traslado, logística rápida, bajo peso y fácil manipulación.

Empresas como Linio reportan que los países con mayores ventas por internet a nivel mundial son China, Estados Unidos, Reino unido, Japón y Alemania, en América los países con

mayores ventas son Estados Unidos, México, Canadá y en la cuarta posición Chile. En particular en nuestro país en los últimos años ha tenido un aumento sostenido y que, en particular en este año, el aumento ha sido 3 veces mayor que en el 2019, lo cual se debe a la pandemia producida por la enfermedad de COVID-19 y por las medidas de aislamiento como la cuarentena que se utilizan para detener su propagación.

los distintos procesos de este se presentan a continuación.

2.3.1 Etapas del e-commerce

En primera instancia el cliente realiza una búsqueda de lo que desea adquirir, posteriormente ingresa los datos ubicación de la entrega y finalmente ingresa el pago. En la etapa de pago la empresa realiza la recepción, la comprobación, la validación y finalmente el cobro. Posteriormente se realiza la etapa de preparación del pedido en donde se imprime la factura, se recolecta el producto, se empaca y finalmente se entrega al transportista. Luego en la etapa de transporte el repartidor recibe el o los paquetes para llevarlos al destino final en donde se entregará al cliente, esto puede ser una entrega única que se repite en el día laboral (ejemplo, comida rápida) o se realiza a través de una ruta de entregas (ejemplo, encomiendas y carteros). Finalmente, en la última etapa, la de entrega, el repartidor entrega el producto al cliente y este confirma el recibo del producto.

2.4 Modelos matemáticos de enfermedades infecto-contagiosas

En General los modelos matemáticos existentes relacionados a enfermedades infecto-contagiosas se enfocan en describir la propagación de estas, para conocer así cual será la evolución de contagios en determinados territorios y periodos, lo que ayuda en la toma de decisiones para conocer una aproximación de la infraestructura adicional que se necesitara y tomar medidas para la población general que ayuden con la detención de la propagación, sin embargo, estas no sirven para conocer la probabilidad individual de una persona al realizar una actividad determinada, es por eso que se hace necesaria la creación de un modelo. A

continuación, se muestran los principales modelos matemáticos usados comúnmente en enfermedades infecto-contagiosas:

I. Modelo SIR

Este es el modelo más básico utilizado en epidemiología y en el cual se basan la gran mayoría de modelos más elaborados, este modelo considera la población sana (S), la población infectada o contagiada (I), la población recuperada (R) y un factor número que depende del virus (β), conformando el modelo con variables que dependen tanto de la población como del virus. A continuación, se muestra el modelo y sus variables:

$$\frac{dS}{dT} = -\beta * C * \frac{I}{N} * S$$

Donde:

$\frac{dS}{dT}$: Disminución de la población sana (susceptible a infectarse)

β : Factor numérico que depende de la enfermedad

C: Número de contactos promedio

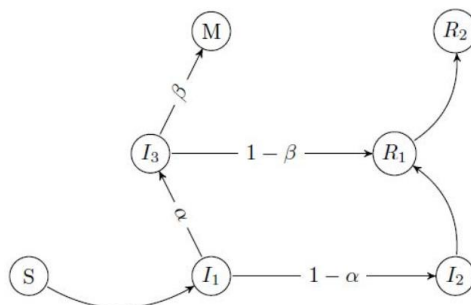
I: Población infectada capaz de contagiar

N: Población total

S: Población sana (susceptible a infectarse)

II. Cadenas de Markov en COVID-19

Una cadena de Markov es una serie de eventos, en la cual la probabilidad de que ocurra un evento depende del evento inmediato anterior. Dicho de otra forma, tienen memoria, "Recuerdan" el último evento y esto condiciona las posibilidades de los eventos futuros. En particular, para la propagación del Coronavirus (SARS-Cov-2) se presenta la siguiente cadena:



Donde:

$S(t)$: número de individuos susceptibles en el instante t

$I1(t)$: número de individuos infectados que están incubando el virus en el instante t

$I2(t)$: número de individuos infectados que han pasado el periodo de incubación, pero no muestran síntomas de la enfermedad en el instante t

$I3(t)$: número de individuos infectados que han pasado el periodo de incubación y presentan síntomas en el instante t

$R1(t)$: número de individuos recuperados que son todavía capaces de infectar a otros en el instante t

$R2(t)$: número de individuos recuperados que no son capaces de infectar a otros en el instante t

$M(t)$: número de fallecidos acumulados hasta el instante t

Entonces, $I(t) = I1(t) + I2(t) + I3(t)$ representa el número total de infectados en el instante de tiempo t , y $R(t) = R1(t) + R2(t)$ es el número de recuperados.

Para la utilización de este tipo de cadenas se deben definir los distintos estados posibles en que se puede estar y la matriz de transición de dichos estados, la matriz de estados es la que se presenta a continuación:

Estados	S	I	N	E
S	α	γ	μ	0
I	0	β	μ	ϵ
N	0	0	1	0
E	0	0	0	1

Donde:

α : probabilidad de mantenerse en el estado de susceptible.

β : probabilidad de mantenerse en el estado de infectado.

μ : probabilidad de muerte natural.

γ : probabilidad de, estando en el estado susceptible, pasar al estado de infectado.

ϵ : probabilidad de muerte por la enfermedad, dado que está en el estado infectado.

$\alpha + \gamma + \mu = 1$ y $\beta + \mu + \epsilon = 1$.

Las probabilidades anteriores están ligadas a las transiciones y su matriz es la siguiente:

$$\begin{pmatrix} \alpha & \gamma & \mu & 0 \\ 0 & \beta & \mu & \epsilon \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

3. METODOLOGÍA

Para lograr el cumplimiento de los objetivos del proyecto, se propone la siguiente metodología:

3.1 Revisión bibliográfica

3.1.1 Capacidad de contagiar del virus

Chu et al. dan a conocer la probabilidad de contagio al tener contacto con el virus sin medidas de prevención y con diferentes medidas de prevención las cuales se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Probabilidad de contagio sin medidas de prevención y con distintas medidas.

Sin medidas	uso de mascarilla	Protector facial	Distanciamiento social	3 a la vez
17,0%	7,0%	6,0%	2,6%	2,0%

Para este estudio se realizó una revisión de más de 170 estudios observacionales de 16 países, donde se evaluaron distintas medidas de mitigación como, por ejemplo, distanciamiento social, máscaras faciales y protección ocular para prevenir la transmisión entre pacientes contagiados y cercanos, incluyendo el periodo hasta el 3 de mayo.

3.1.2 Mecanismos de transmisión del virus considerados

Se realizó una búsqueda de los mecanismos y modelos de transmisión del virus en estudio, los que fueron especificados en el marco teórico.

La enfermedad Covid-19 se transmite principalmente a través de un contacto físico cercano y por residuos respiratorios, por lo que, no se ha relacionado de manera concluyente el contagio con una superficie medioambiental contaminada (OMS, 2020).

Puede haber situaciones raras en las que hay infecciones tardías por una superficie, pero no es lo habitual. La transmisión en superficie es mucho menos eficaz que cuando tragamos o estamos en contacto con las gotas más gruesas (Director CCAES, 2020).

Es por estas declaraciones que se realiza el siguiente alcance:

- i. De todos los modos y portadores, solo se consideró el modo de transmisión por contacto directo y con portadores activos y asintomáticos.

Cabe mencionar que la comunidad científica aún se encuentra aprendiendo respecto al comportamiento de este nuevo virus.

Para el criterio de búsqueda se utilizaron las siguientes palabras claves: Mecanismos de transmisión, modelos de transmisión, coronavirus, Covid-19 y Sars-Cov2. Con estas, se recopiló información de investigaciones científicas y libros de epidemiología disponibles en Science Direct, Springer, entre otras.

3.1.3 Características de operación del e-commerce consideradas

Se realizó una búsqueda de las características de operación del e-commerce, las que fueron especificados en el marco teórico. Debido a la declaración hecha por la OMS y el Director de CCAES (mencionadas anteriormente), de todo el proceso logístico del e-commerce, se considerará el transporte, específicamente las entregas, por tanto, el trabajador a evaluar será el repartidor, esto debido a que estos son los que tienen un gran número de contacto y, por ende, los que están más expuestos.

Para el criterio de búsqueda se utilizaron las siguientes palabras claves: características de operación, proceso, etapas y e-commerce. Se recopiló información de empresas y libros de comercio online, para posteriormente sintetizar la información recabada.

3.2 Propuesta de un modelo matemático que permita evaluar el riesgo de contagio.

Se realizó una búsqueda de modelos para otros virus que midieran la probabilidad de contagio para 1 individuo y una búsqueda para aplicaciones del modelo de probabilidad binomial.

Utilizando la teoría de probabilidad, se realizó una propuesta para el problema en estudio, considerando las características a evaluar del virus y el e-commerce, en donde se definieron las variables de entrada:

- Número de contactos directos

- Población total
- Población infectada
- Característica de contagio del virus

El modelo matemático propuesto debe ser capaz de incluir las variables de entrada anteriormente señaladas. Además, no debe entregar valores menores a 0 ni mayores a 1 (100%), y seguir la lógica de “a mayor número de infectados y/o contactos, la probabilidad debe ser mayor” y como variable de salida se tiene la probabilidad de contagio.

El fenómeno que aborda el modelo matemático es el proceso de entrega para un repartidor, donde este una vez con el paquete se traslada al destino final para entregarlo, este proceso pudiese repetirse varias veces en el día laboral (comida rápida) o ser realizado a través de una ruta (encomiendas y cartas).

3.2.1 Construcción y demostración del modelo

Debido a que ya se conoce la probabilidad de contagio al tener contacto con el virus y considerando lo anterior, se busca cual es la probabilidad de efectivamente tener contacto con el virus, entonces:

Utilizando la propiedad de un evento contrario o del complemento, que dice: dado un evento A y su complemento o contrario A', la probabilidad de que ocurra el evento A es igual a $P(A) = 1 - P(A')$, así, se definió lo siguiente:

La probabilidad de contactar el virus a lo largo del día con el contacto con los usuarios finales en la entrega (P(I)), será igual a uno menos el complemento, que sería no tener contacto con el virus en toda la entrega (P(S)).

Entonces, la probabilidad de no contactar a ningún infectado (no tener contacto con el virus) en todo el día laboral, se abordará con la distribución de probabilidad binomial. Así:

$$P(X) = \frac{n!}{X!(n-X)!} \cdot p^X \cdot (1-p)^{n-X}$$

Donde:

$P(X)$: Probabilidad de que todos los contactos sean personas sanas ($P(S)$)

n : Número de observaciones (contactos)

p : Probabilidad de éxitos (Persona sana)

$1-p$: Probabilidad de fracasos (persona infectada)

X : Número de éxitos en la muestra (contactos personas sanas)

Debido a lo anterior se sabe que:

$$X=n$$

Entonces,

$$P(X) = \frac{n!}{X!(n-X)!} \cdot p^X \cdot (1-p)^{n-X}$$

Así,

$$P(X) = p^X = \left(\frac{\text{total} - \text{infectada}}{\text{total}} \right)^{\text{contactos}} = P(S)$$

Así,

$$P(I) = 1 - P(S)$$

Finalmente, considerando la propiedad de intersección de eventos independientes, se tiene:

$$P = \beta_i * P(I) = \beta_i * \left[1 - \left(\frac{N-I}{N} \right)^C \right]$$

Donde:

P : Probabilidad de contagio

β : Probabilidad de que el virus contagie al tener contacto con él con la medida i

C : Número de contactos

N : Población total

I : Población de infectados

3.2.2 Validación del modelo propuesto

Con lo anterior se presenta la siguiente gráfica de cifras oficiales según el gobierno de Chile en su página web de cifras oficiales, para todo el territorio chileno hasta el 16/08/2020 y cifras según el modelo utilizando la probabilidad que este entrega evaluando el uso de mascarillas, con el número de contactos según tramo de edad en el estudio realizado en el 2007 “Mixing patterns between age groups in social networks”, con un número de infectados fijo (100) y considerando la población total fija (10000), posteriormente con la probabilidad que este entrega según tramo de edad se sumaron todas las probabilidades y se verifico cual era la porción para cada tramo de edad, finalmente se multiplicó esa porción por el total de contagiados en las cifras oficiales del gobierno de Chile. Con lo cual se compara a modo de verificación, al contrastar la realidad con lo que simula el modelo.

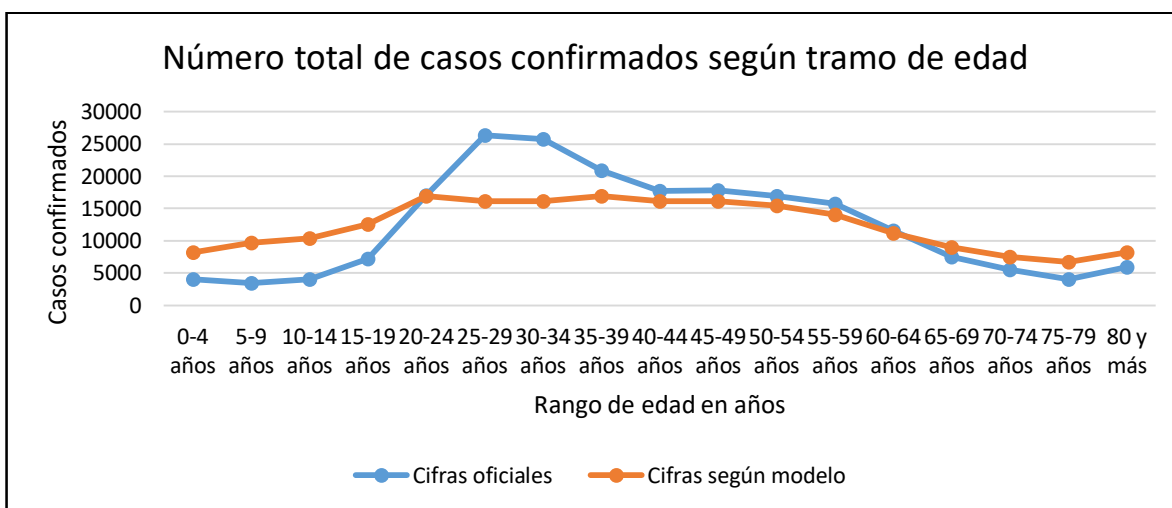


Gráfico 2. Número de casos totales confirmados según tramo de edad

De este Gráfico podemos observar que tienen una distribución similar para infectados, principalmente sobre los 40 años de edad y que el promedio de edad de los contagiados es el mismo para ambas cifras (aproximadamente 37 años), por lo que se puede decir que es un buen ajuste. Sin embargo, hay diferencias que se pueden adjudicar al año de la realización del estudio de contactos por tramo de edad “Mixing patterns between age groups in social networks” y a que dicho estudio fue realizado para la población europea, por lo que el número de contactos por tramo de edad a día de hoy pudo variar.

3.2.3 Antecedentes de Evaluación y comparación del riesgo de contagio de diferentes estrategias y políticas de distribución.

Se realizó una división por servicio de reparto:

- Comida rápida: Pedidos ya, Uber Eats, Rappi.
- Encomiendas: Starken, ChileExpress.
- Cartero: Correos de Chile.

El parámetro a evaluar en estos, fue el número de contactos que realiza el repartidor y la zona en que realiza las entregas. Para eso, debido a que no se encontraba esa información oficializada y que las empresas del rubro no compartieron dicha información, se confeccionó un formulario a través de la plataforma Google, con las siguientes dos preguntas:

1. Rubro en el que trabaja
2. Número de entregas diarias

A continuación, se muestra una tabla resumen con los resultados de dicha encuesta la cual fue realizada desde el 30/07/2020 al 05/08/2020 para trabajadores de Chile de manera online en grupos específicos de trabajadores de los distintos rubros en la plataforma de Facebook, algunas encuestas presenciales en oficinas de las empresas a los trabajadores y otros medios. Cabe mencionar que se utilizaron principalmente las plataformas virtuales debido a que se buscaba evitar al máximo salir innecesariamente del hogar, puesto que durante la realización de este proyecto de título se encuentra presenta la pandemia.

Tabla 2. Resultado encuesta a trabajadores de reparto respecto al número de contactos.

Servicio	Promedio de entregas	Desviación Estándar	Población encuestada
Encomiendas	68	24,05	65
Cartas	130	13,02	58
Alimentos	23	10,21	76

También se utilizan estos datos para luego comparar los resultados con los de una persona promedio. Los resultados para el número de contactos para una persona promedio y a

diferentes edades, dado por el estudio “Mixing patterns between age groups in social networks” se presenta a continuación:

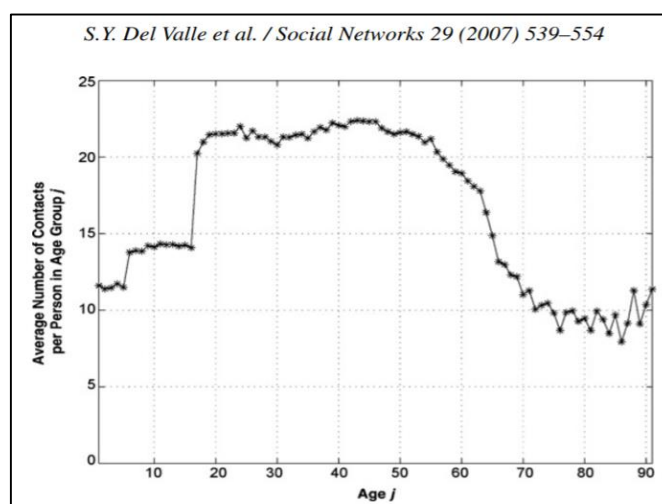


Gráfico 3. Número promedio de contactos por persona en distintos grupos de edades.

Con estos antecedentes, y a través de Excel, se confeccionan gráficos de probabilidad de contagio a través del tiempo y probabilidad de contagio según número de contactos.

Los resultados de riesgo y comparaciones en tablas y gráficos se muestran en el capítulo 4 de resultados.

3.3 Propuestas de medidas de prevención de riesgo por cadena.

Se evaluaron las distintas medidas de prevención para la comuna de Concepción al 16/08/2020 con el modelo matemático confeccionado, considerando distintos números de contactos diarios, para posteriormente comparar los resultados.

Posteriormente se redactan cada una de las propuestas de mitigación considerando los resultados obtenidos con el modelo matemático y aplicabilidad al proceso del e-commerce en la realidad nacional y en particular comunal.

Los resultados graficados y las propuestas se encuentran en el capítulo 4 de resultados.

4. RESULTADOS

4.1 Evaluación del riesgo de contagio

4.1.1 Probabilidad para distintos servicios

La comuna en la que se evaluaron para los distintos servicios fue la de Concepción, la cual cuenta con 238.092 habitantes y 351 casos activos al 16 de agosto de 2020. Los resultados del análisis de riesgo de contagio se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Probabilidad de contagio para los distintos sectores.

Sector	N	I	C	β_0	P	Comparación
	Población (Concepción)	Casos Activos (16/08/2020)	Contactos	Sin medidas de mitigación	Sin medidas	Persona con una actividad normal
Comida rápida	238092	351	23	0,17	0,0057	1,3
Encomienda	238092	351	68	0,17	0,0162	3,9
Cartero	238092	351	130	0,17	0,0297	7,0
P. actividad normal	238092	351	17	0,17	0,0042	1,0

Se destaca el servicio de cartas debido a ser el que presenta mayor riesgo de contagio de los 3 servicios evaluados, siendo 7 veces mayor al de una persona promedio y el de alimentos siendo el menor de todos, el cual solo es 1,3 veces mayor a una persona promedio.

4.1.2 Diferencias del riesgo para distintas comunas y a lo largo de la evolución de la pandemia

Debido a que la probabilidad depende de la población total considerada y de los casos activos en la población considerada, resulta de interés realizar el análisis para distintas comunas. Además, como el número de infectados varía con el tiempo se realiza el análisis a través del tiempo, es decir, evolución de la pandemia. En el Gráfico 2 se observa la evolución del riesgo en el tiempo y para distintas comunas (identificando principalmente 2 a modo de comparación), esto enfocado al repartidor de cartas que es el de mayor riesgo y considerando el no uso de medidas de prevención.

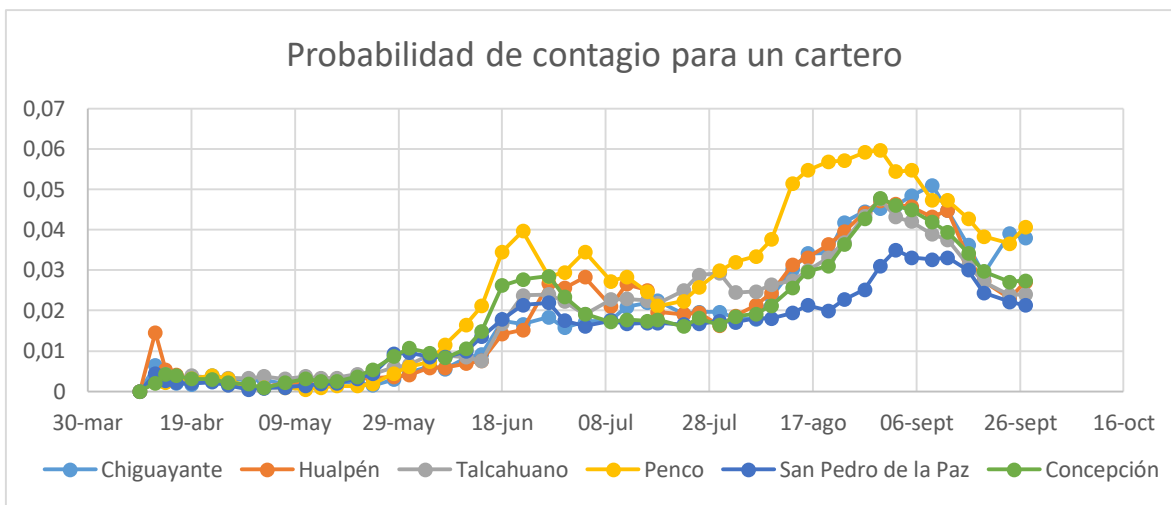


Gráfico 4. Evolución de la probabilidad de contagio para un cartero en distintas comunas de la región del Bío-Bío.

También se muestra la evolución de casos activos, destacando la comuna con más casos activos durante la evolución y la comuna con menos casos activos, esto con el fin de poder comparar el número de casos activos con la probabilidad para las comunas que se muestran en el gráfico anterior:

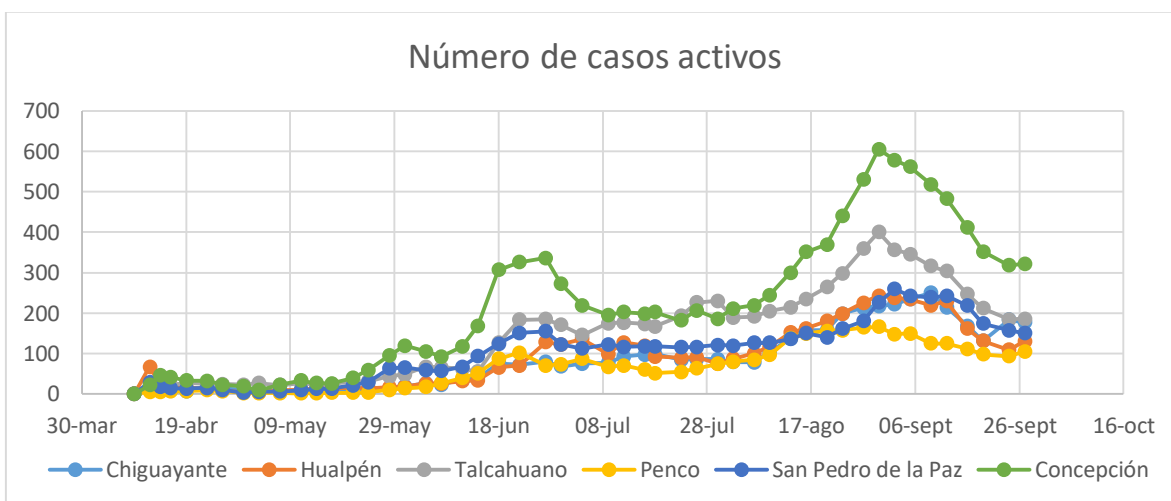


Gráfico 5. Evolución de casos activos en distintas comunas de la región del Bío-Bío.

Se observa que Concepción es la comuna con más casos activos a lo largo de la pandemia y Penco es la con menor número de casos. Sin embargo, el riesgo a lo largo de la pandemia es mayor en Penco, esto se debe a que la proporción de casos activos respecto al total de la población es mayor en esta comuna (49.865 habitantes). Por esta razón se muestra la siguiente Gráfica con la fracción de población infectada para cada comuna.

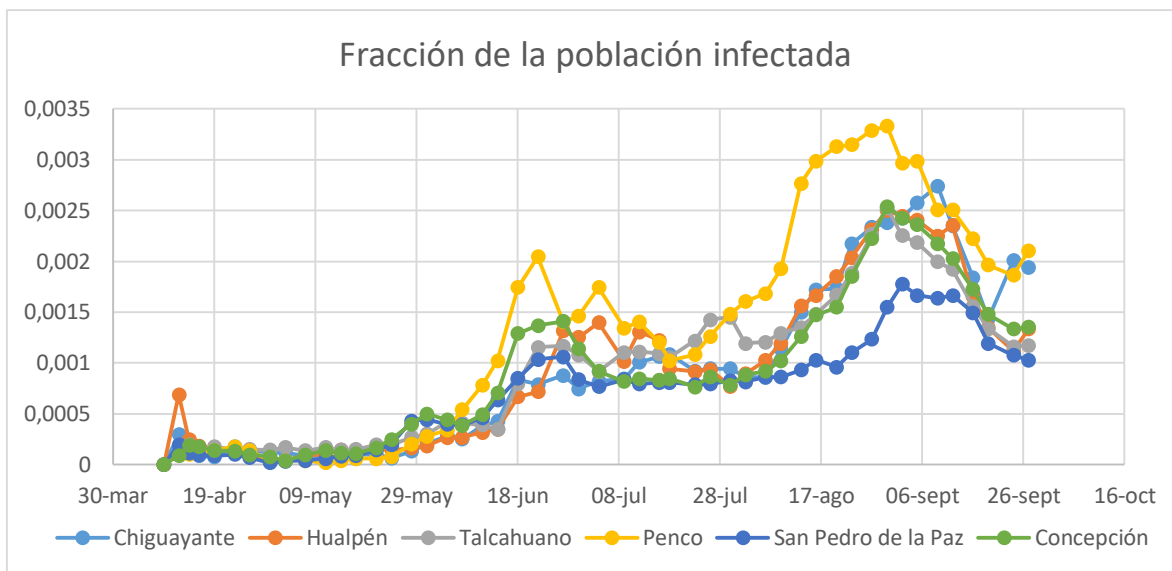


Gráfico 6. Evolución de la fracción de la población infectada.

En este gráfico se observa claramente que la fracción de población infectada es mayor en Penco y por esta razón es que el riesgo es mayor en dicha comuna, debido a que el riesgo no solo depende de los casos activos si no de la población total considerada, ya que al tener el mismo número de contactos en las distintas comunas es más probable tener contacto con un infectado en donde la fracción de población infectada sea mayor.

4.2 Evaluación del riesgo según distintas medidas de prevención

A continuación, se muestra una gráfica en donde se evalúa el riesgo con distintas medidas de prevención para distintos números de contactos, esto considerado en la ciudad de Concepción al 16 de agosto de 2020, donde se puede destacar que todas las probabilidades reducen en a lo menos un 50% la probabilidad de contagio y que la que más disminuye el riesgo, por sí sola, es el distanciamiento social.

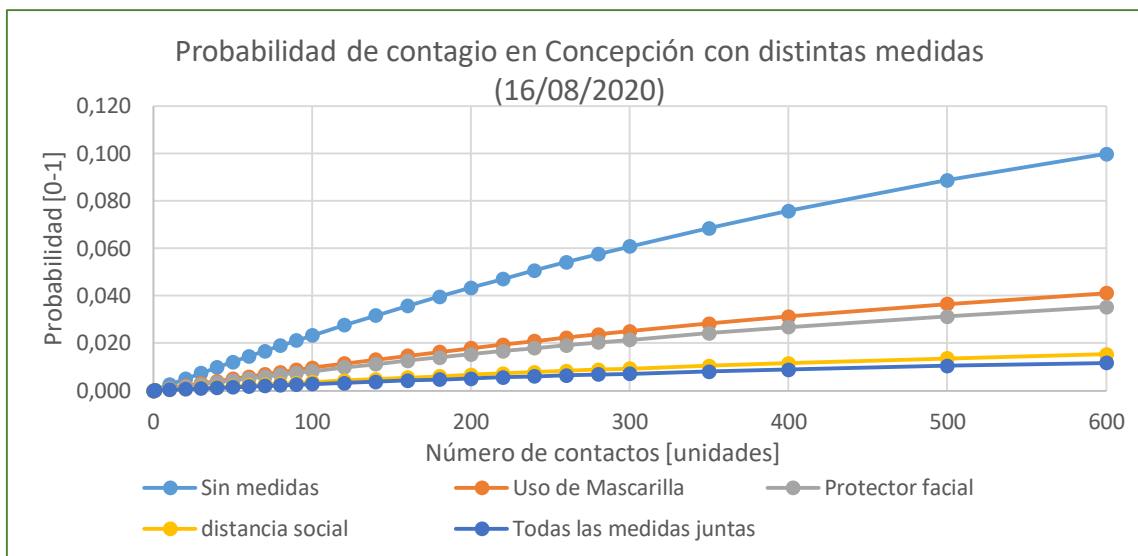


Gráfico 7. Probabilidad de contagio para distintos números de contactos y con distintas medidas de prevención.

En base a esto, las propuestas de medidas de prevención de riesgo por cadena son las siguientes:

- Uso de mascarilla obligatorio para todos los repartidores: debido a que ya es una exigencia nacional, su implementación es de bajo costo y se encuentra con disponibilidad actualmente.
- Mantener el distanciamiento la mayor parte de la entrega: esto será lo que generará la disminución más importante en el riesgo de contagio.
- En lo posible utilizar algún protector facial u ocular: esto, junto a las medidas anteriores disminuirá considerablemente el riesgo de contagio, evitando así que los repartidores se transformen en una fuente de propagación.

Para fiscalizar estas medidas y mantener la distancia se aconseja la implementación de una aplicación (para las empresas que no cuentan con una), lo que permitiría que las firmas o la confirmación de los pedidos se haga sin contacto con el repartidor y pudiendo dejar constancia si este cumplió o no con las medidas de prevención.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 En relación al virus

La probabilidad de contagio, que depende de la capacidad, es máxima un 17% y esta disminuye a un 2,6% solo considerando el distanciamiento social, lo que acompañado con el uso de mascarilla y protector ocular reduce a un 2%.

5.2 En relación al e-commerce

La etapa del e-commerce la más riesgosa es la de entrega y el trabajador más expuesto es el repartidor, debido a que este es el que concentra el número de contacto con los clientes, que podrían o no estar contagiados.

5.3 En relación al modelo matemático

El modelo matemático para evaluar el riesgo de contagio se basa en teorías de probabilidad y es capaz de evaluar los distintos servicios basándose en el número de contactos que este implica, en la zona en donde se desarrolla (comuna, considerando los habitantes y número de infectados activos) y en la fecha que se evalúa (debido a que el número de infectados varía día a día).

5.4 En relación a las evaluaciones y comparaciones

Se observa que el servicio de reparto más riesgoso es el de cartas debido al gran número de contactos que este considera, el de riesgo medio el de encomiendas y el de menor riesgo el de comida rápida. Además, comparándolo a una persona con una actividad promedio, se puede decir que hay 7 veces más riesgo para un cartero, 3,9 veces más riesgoso para el repartidor de encomiendas y 1,3 veces más riesgoso para el repartidor de comida rápida, siendo este último el que representa menos riesgo.

La comuna con más casos activos durante la evolución de la pandemia es la comuna de Concepción y la con menor, la comuna de Penco. Sin embargo, para un cartero sin medidas de prevención y considerando 130 contactos, el mayor riesgo durante la evolución de la pandemia se presenta en la comuna de Penco, esto debido principalmente a la relación entre infectados y población total la que es mayor a la de Concepción.

5.5 En relación a las propuestas de prevención de riesgo por cadena

Se observa que las medidas de prevención disminuyen considerablemente las medidas de prevención, en general las medidas de prevención disminuyen en más de un 50% la probabilidad de contagio, siendo la que más disminuye el riesgo, la de distanciamiento social, que por sí sola disminuye en aproximadamente un 85% la probabilidad de contagio.

6. CONCLUSIONES

6.1 Conclusiones Principales

A continuación, se presentan las principales conclusiones relacionadas al foco de cada objetivo específico del proyecto de título:

- La principal forma de contagio del virus es a través del contacto directo con portadores activos y asintomáticos.
- La principal fuente de contagio para los trabajadores del e-commerce es la entrega y el contacto con los usuarios finales.
- El modelo matemático propuesto es basado en probabilidad y consta principalmente de la probabilidad de contagiar que depende del virus y la probabilidad de tener contacto directo con algún infectado activo o asintomático.
- El sector de reparto con más riesgo es el de cartas, el de riesgo medio es el de encomiendas y el con menor riesgo es el de comida.
- Las medidas de prevención disminuyen a más de la mitad la probabilidad de contagio siendo la que más disminuye el riesgo la de distanciamiento social.

6.2 Otras Conclusiones

Considerando la información especificada en el estudio, que no pertenecen directamente a los objetivos, se realizan las siguientes conclusiones:

- La comuna que representa la mayor probabilidad de contagio, de las evaluadas, es la comuna de Penco, debido a la relación entre población infectada y población total.
- El rango de edad con mayor probabilidad de contagio, basándose en el número de contactos, es la que va de 34 a 39 años.
- Las actividades con mayor probabilidad de contagio serán las que consideran un mayor número de contactos para su realización y en las comunas donde la relación entre la población infectada y total sea más cercana a 1.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bask, A., Lipponen, M., & Tinnilä, M. (2012). E-Commerce Logistics. *International Journal of E-Services and Mobile Applications*, 4(3), 1-22. <https://doi.org/10.4018/jesma.2012070101>
- Chu, D. K., Akl, E. A., Duda, S., Solo, K., Yaacoub, S., Schünemann, H. J., ... Schünemann, H. J. (2020). Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet*, 1. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)31142-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)31142-9)
- Modes of Disease Transmission | Microbiology. (2016). Recuperado de <https://courses.lumenlearning.com/microbiology/chapter/modes-of-disease-transmission/>
- Cifras Oficiales. (2020). Recuperado de <https://www.gob.cl/coronavirus/cifrasoficiales/>
- Rodrigue, J. P., Luke, T., & Osterholm, M. (2020, 20 mayo). Transportation and Pandemics. Recuperado de https://transportgeography.org/?page_id=8869
- Zhu, K., & Ying, L. (2016). Information Source Detection in the SIR Model: A Sample-Path-Based Approach. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 24(1), 408-421. <https://doi.org/10.1109/tnet.2014.2364972>
- Phan, L. T., Nguyen, T. V., Luong, Q. C., Nguyen, T. V., Nguyen, H. T., Le, H. Q., ... Pham, Q. D. (2020). Importation and Human-to-Human Transmission of a Novel Coronavirus in Vietnam. *New England Journal of Medicine*, 382(9), 872-874.

<https://doi.org/10.1056/nejmc2001272>

- Del Valle, S. Y., Hyman, J. M., Hethcote, H. W., & Eubank, S. G. (2007). Mixing patterns between age groups in social networks. *Social Networks*, 29(4), 539–554. doi:10.1016/j.socnet.2007.04.005
- Tipos de Caso y Contacto COVID19. Minsal. (2020, 30 septiembre). Recuperado de <https://saludresponde.minsal.cl/tipos-de-caso-y-contacto-covid19/#:%7E:text=%20Contacto%20estrecho%3A,%2C%20entre%20otros%2C%20sin%20mascarilla>.
- Rojas-Vallejos, J. (2020). Strengths and limitations of mathematical models in pandemics—the case of COVID-19 in Chile. *Medwave*, 20(03), e7874. <https://doi.org/10.5867/medwave.2020.03.7874>
- Ross, R. Stefan, Viazov, S., & Roggendorf, M. (2000). Risk of Hepatitis C Transmission From Infected Medical Staff to Patients. *Archives of Internal Medicine*, 160(15), 2313. <https://doi.org/10.1001/archinte.160.15.2313>
- van Doremalen, N., Bushmaker, T., Morris, D. H., Holbrook, M. G., Gamble, A., Williamson, B. N., Munster, V. J. (2020). Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *New England Journal of Medicine*, 382(16), 1564-1567. <https://doi.org/10.1056/nejmc2004973>
- Liu, Y., Gayle, A. A., Wilder-Smith, A., & Rocklöv, J. (2020). The reproductive number of COVID-19 is higher compared to SARS coronavirus. *Journal of Travel Medicine*, 27(2), 1. <https://doi.org/10.1093/jtm/taaa021>

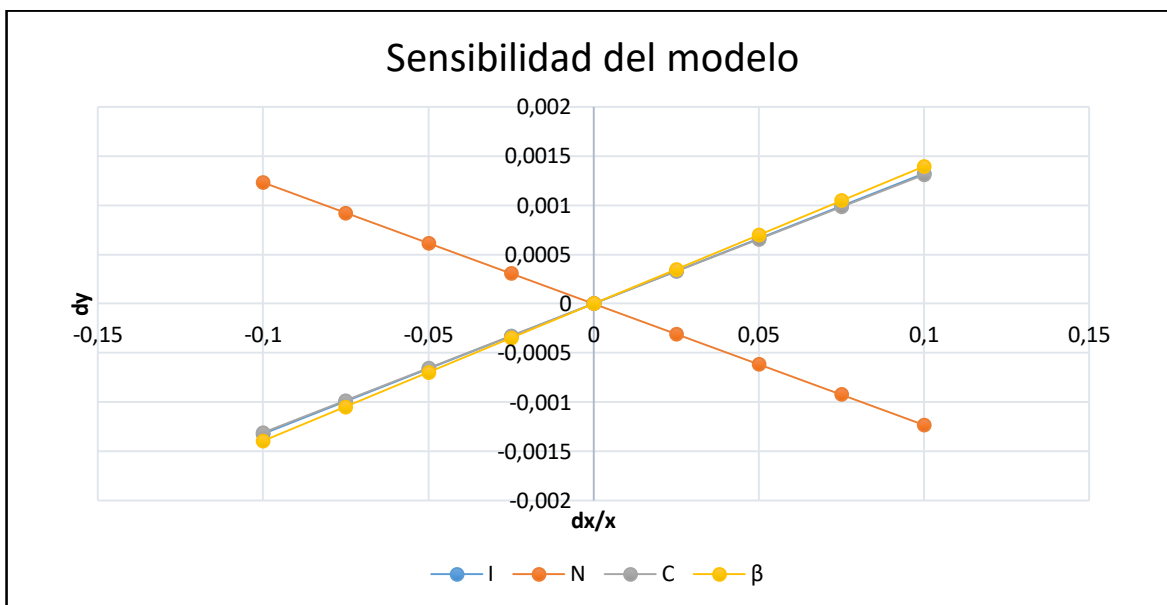
- Hellewell, J., Abbott, S., Gimma, A., Bosse, N. I., Jarvis, C. I., Russell, T. W., ... van Zandvoort, K. (2020). Feasibility of controlling COVID-19 outbreaks by isolation of cases and contacts. *The Lancet Global Health*, 8(4), e488-e496. [https://doi.org/10.1016/s2214-109x\(20\)30074-7](https://doi.org/10.1016/s2214-109x(20)30074-7)
- Linio. (2019). Índice mundial de comercio electrónico. Recuperado de <https://www.linio.com.ar/sp/indice-ecommerce#:~:text=Los%2010%20pa%C3%ADses%20con%20mayor,%2C%20Francia%2C%20Canad%C3%A1%20e%20India.>
- Feller, W., & Everest, S. F. (1978). *Introducción a la teoría de probabilidades y sus aplicaciones* (Vol. 1). Limusa.
- Montgomery, D. C., Runger, G. C., & Medal, E. G. U. (1996). *Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería* (No. 968-18-5914-6. 01-A1 LU. AL-PyE. 1.). México DF: McGraw-Hill.

5. ANEXO

3.4 Análisis de sensibilidad y comportamiento del modelo matemático

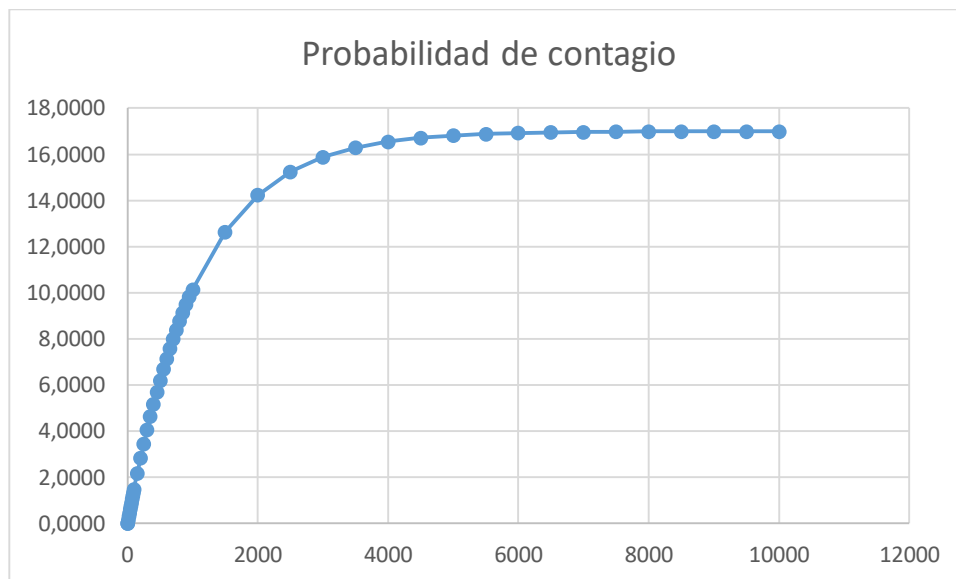
En la siguiente grafica se observa la sensibilidad de la probabilidad de contagio al fijar todas las variables y hacer variar solo una, mostrando así la relevancia de la variable explicativa por la explicada.

Gráfico 8. Sensibilidad del modelo respecto a sus variables explicativas.



También se muestra el comportamiento en general del modelo matemático, para esto se fijó el número de contactos, de población total y la contagiosidad del virus sin medidas de protección. La cual tiene un comportamiento lineal para un número bajo de contactos (8.000) considerando una población de 238.092 personas y una población infectada de 216 personas.

Gráfico 9. comportamiento del modelo para distintos números de contactos.



3.5 Tablas utilizadas para la construcción de los gráficos de Probabilidad de contagio para un cartero, número de casos activos y fracción de la población contagiada.

A continuación, se adjuntan las tablas de datos utilizadas para la construcción de los gráficos Probabilidad, de contagio para un cartero, número de casos activos y fracción de la población contagiada.

Tabla 4. Número de casos activos para distintas comunas de la región del Biobío (Chiguayante, Hualpén y Talcahuano).

Comuna	Chiguayante			Hualpén			Talcahuano		
Población	91.180			97.273			158.345		
Fecha	N° C.A.	P0	P1	N° C.A.	P0	P1	N° C.A.	P0	P1
09-abr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-abr	27	0,006421	0,000296	67	0,01457	0,00069	17	0,00236	0,000107
14-abr	13	0,003122	0,000143	24	0,00537	0,00025	31	0,00427	0,000196
16-abr	8	0,001928	8,77E-05	18	0,00404	0,00019	22	0,00304	0,000139
19-abr	7	0,001688	7,68E-05	15	0,00337	0,00015	28	0,00386	0,000177
23-abr	16	0,003834	0,000175	13	0,00293	0,00013	24	0,00332	0,000152
26-abr	13	0,003122	0,000143	11	0,00248	0,00011	24	0,00332	0,000152
30-abr	11	0,002646	0,000121	3	0,00068	3,1E-05	23	0,00318	0,000145
03-may	11	0,002646	0,000121	4	0,00091	4,1E-05	27	0,00373	0,000171
07-may	8	0,001928	8,77E-05	9	0,00203	9,3E-05	22	0,00304	0,000139
11-may	8	0,001928	8,77E-05	10	0,00226	0,0001	27	0,00373	0,000171

14-may	6	0,001448	6,58E-05	14	0,00315	0,00014	23	0,00318	0,000145
17-may	9	0,002168	9,87E-05	14	0,00315	0,00014	24	0,00332	0,000152
21-may	9	0,002168	9,87E-05	15	0,00337	0,00015	31	0,00427	0,000196
24-may	6	0,001448	6,58E-05	14	0,00315	0,00014	31	0,00427	0,000196
28-may	12	0,002884	0,000132	16	0,0036	0,00016	43	0,0059	0,000272
31-may	19	0,004544	0,000208	18	0,00404	0,00019	48	0,00657	0,000303
04-jun	26	0,006187	0,000285	26	0,00581	0,00027	67	0,0091	0,000423
07-jun	23	0,005485	0,000252	26	0,00581	0,00027	65	0,00884	0,00041
11-jun	35	0,008277	0,000384	31	0,0069	0,00032	62	0,00844	0,000392
14-jun	39	0,009197	0,000428	34	0,00755	0,00035	55	0,00751	0,000347
18-jun	76	0,017465	0,000834	65	0,01415	0,00067	126	0,01671	0,000796
22-jun	72	0,016592	0,00079	70	0,01519	0,00072	183	0,02373	0,001156
27-jun	80	0,018333	0,000877	128	0,02675	0,00132	185	0,02397	0,001168
30-jun	68	0,015714	0,000746	122	0,02559	0,00125	171	0,02228	0,00108
04-jul	75	0,017247	0,000823	136	0,02827	0,0014	145	0,01909	0,000916
09-jul	77	0,017682	0,000844	99	0,02108	0,00102	175	0,02276	0,001105
12-jul	92	0,020908	0,001009	127	0,02655	0,00131	176	0,02288	0,001111
16-jul	97	0,021968	0,001064	119	0,02501	0,00122	173	0,02252	0,001093
18-jul	99	0,02239	0,001086	92	0,01968	0,00095	167	0,02179	0,001055
23-jul	84	0,019196	0,000921	89	0,01907	0,00091	193	0,02493	0,001219
26-jul	86	0,019626	0,000943	91	0,01948	0,00094	226	0,02881	0,001427
30-jul	86	0,019626	0,000943	75	0,01622	0,00077	230	0,02927	0,001453
02-ago	79	0,018116	0,000866	87	0,01867	0,00089	189	0,02445	0,001194
06-ago	78	0,017899	0,000855	100	0,02128	0,00103	191	0,02469	0,001206
09-ago	104	0,02344	0,001141	116	0,02443	0,00119	205	0,02635	0,001295
13-ago	137	0,030185	0,001503	152	0,03127	0,00156	214	0,02741	0,001351
16-ago	157	0,034121	0,001722	162	0,03312	0,00167	235	0,02985	0,001484
20-ago	158	0,034315	0,001733	180	0,03638	0,00185	264	0,03315	0,001667
23-ago	198	0,041851	0,002172	198	0,03956	0,00204	298	0,03693	0,001882
27-ago	213	0,044569	0,002336	225	0,04419	0,00231	359	0,04344	0,002267
30-ago	217	0,045284	0,00238	243	0,04719	0,0025	400	0,04764	0,002526
02-sept	221	0,045995	0,002424	238	0,04636	0,00245	357	0,04323	0,002255
05-sept	235	0,048451	0,002577	234	0,0457	0,00241	346	0,04208	0,002185
09-sept	250	0,05103	0,002742	219	0,04318	0,00225	316	0,03888	0,001996
12-sept	214	0,044748	0,002347	229	0,04487	0,00235	304	0,03758	0,00192
16-sept	168	0,036239	0,001843	161	0,03294	0,00166	247	0,03122	0,00156
19-sept	131	0,028982	0,001437	131	0,02732	0,00135	212	0,02717	0,001339
24-sept	183	0,039075	0,002007	109	0,02306	0,00112	184	0,02385	0,001162
27-sept	177	0,037948	0,001941	130	0,02713	0,00134	186	0,02409	0,001175

Tabla 5. Número de casos activos para distintas comunas de la región del Biobío (Penco, San Pedro de la Paz y Concepción).

Comuna	Penco			San Pedro de la Paz			Concepción		
Población	49.865			145.906			238.092		
Fecha	N° C.A.	P0	P1	N° C.A.	P0	P1	N° C.A.	P0	P1
09-abr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-abr	5	0,0022	0,0001	29	0,0043	2E-04	22	0,002	9E-05
14-abr	5	0,0022	0,0001	17	0,0026	1E-04	46	0,0042	0,0002
16-abr	6	0,0026	0,0001	14	0,0021	1E-04	42	0,0039	0,0002
19-abr	7	0,0031	0,0001	13	0,002	9E-05	33	0,003	0,0001
23-abr	9	0,0039	0,0002	15	0,0023	1E-04	32	0,0029	0,0001
26-abr	7	0,0031	0,0001	10	0,0015	7E-05	23	0,0021	1E-04
30-abr	2	0,0009	4E-05	3	0,0005	2E-05	19	0,0018	8E-05
03-may	2	0,0009	4E-05	5	0,0008	3E-05	9	0,0008	4E-05
07-may	2	0,0009	4E-05	6	0,0009	4E-05	23	0,0021	1E-04
11-may	1	0,0004	2E-05	9	0,0014	6E-05	33	0,003	0,0001
14-may	2	0,0009	4E-05	12	0,0018	8E-05	27	0,0025	0,0001
17-may	3	0,0013	6E-05	13	0,002	9E-05	26	0,0024	0,0001
21-may	3	0,0013	6E-05	21	0,0032	1E-04	39	0,0036	0,0002
24-may	4	0,0018	8E-05	29	0,0043	2E-04	59	0,0054	0,0002
28-may	10	0,0044	0,0002	63	0,0093	4E-04	95	0,0086	0,0004
31-may	14	0,0061	0,0003	65	0,0096	4E-04	119	0,0107	0,0005
04-jun	17	0,0074	0,0003	58	0,0086	4E-04	105	0,0095	0,0004
07-jun	27	0,0116	0,0005	57	0,0084	4E-04	92	0,0083	0,0004
11-jun	39	0,0164	0,0008	67	0,0099	5E-04	117	0,0105	0,0005
14-jun	51	0,0212	0,001	93	0,0135	6E-04	168	0,0149	0,0007
18-jun	87	0,0345	0,0017	124	0,0178	8E-04	307	0,0263	0,0013
22-jun	102	0,0397	0,002	151	0,0214	0,001	326	0,0277	0,0014
27-jun	70	0,0284	0,0014	155	0,0219	0,001	336	0,0285	0,0014
30-jun	73	0,0295	0,0015	122	0,0175	8E-04	272	0,0235	0,0011
04-jul	87	0,0345	0,0017	112	0,0162	8E-04	219	0,0192	0,0009
09-jul	67	0,0273	0,0013	122	0,0175	8E-04	195	0,0172	0,0008
12-jul	70	0,0284	0,0014	116	0,0167	8E-04	202	0,0178	0,0008
16-jul	60	0,0246	0,0012	118	0,017	8E-04	198	0,0174	0,0008
18-jul	51	0,0212	0,001	118	0,017	8E-04	202	0,0178	0,0008
23-jul	54	0,0223	0,0011	115	0,0166	8E-04	182	0,0161	0,0008
26-jul	63	0,0258	0,0013	116	0,0167	8E-04	206	0,0181	0,0009
30-jul	74	0,0298	0,0015	121	0,0174	8E-04	186	0,0164	0,0008
02-ago	80	0,032	0,0016	119	0,0171	8E-04	211	0,0185	0,0009
06-ago	84	0,0335	0,0017	126	0,0181	9E-04	219	0,0192	0,0009
09-ago	96	0,0377	0,0019	126	0,0181	9E-04	244	0,0212	0,001
13-ago	138	0,0514	0,0028	136	0,0194	9E-04	300	0,0257	0,0013

16-ago	149	0,0548	0,003	150	0,0213	0,001	351	0,0297	0,0015
20-ago	156	0,0569	0,0031	140	0,0199	1E-03	369	0,031	0,0015
23-ago	157	0,0572	0,0031	161	0,0227	0,001	441	0,0364	0,0019
27-ago	164	0,0592	0,0033	180	0,0252	0,001	530	0,0428	0,0022
30-ago	166	0,0598	0,0033	226	0,031	0,002	605	0,0479	0,0025
02-sept	148	0,0545	0,003	259	0,0351	0,002	578	0,0461	0,0024
05-sept	149	0,0548	0,003	243	0,0331	0,002	562	0,045	0,0024
09-sept	125	0,0473	0,0025	239	0,0326	0,002	518	0,0419	0,0022
12-sept	125	0,0473	0,0025	243	0,0331	0,002	483	0,0394	0,002
16-sept	111	0,0428	0,0022	218	0,03	0,001	411	0,0342	0,0017
19-sept	98	0,0384	0,002	174	0,0244	0,001	352	0,0297	0,0015
24-sept	93	0,0366	0,0019	157	0,0222	0,001	318	0,0271	0,0013
27-sept	105	0,0407	0,0021	150	0,0213	0,001	322	0,0274	0,0014