



Memoria del proyecto para optar al Título de
Ingeniero Civil Oceánico

**“ANÁLISIS DE LA EVACUACIÓN DE PERSONAS DESDE
EL SISTEMA FERROVIARIO EN EL SECTOR RECREO,
VIÑA DEL MAR, UTILIZANDO UN MODELO BASADO EN
AGENTES”**

Felipe Ignacio Cammas Simonsen

Junio 2018

ANÁLISIS DE LA EVACUACIÓN DE PERSONAS DESDE EL SISTEMA
FERROVIARIO EN EL SECTOR RECREO, VIÑA DEL MAR, UTILIZANDO UN
MODELO BASADO EN AGENTES

Felipe Ignacio Cammas Simonsen

COMISIÓN REVISORA

NOTA

FIRMA

NOMBRE REVISOR 1

Mauricio Reyes

NOMBRE REVISOR 2

Felipe Caselli

NOMBRE REVISOR 3

Jaime Leyton

DECLARACIÓN

Este trabajo, no ha sido presentado anteriormente en la Universidad de Valparaíso, institución universitaria chilena o extranjera u organisco de carácter estatal, para evaluación, comercialización u otros propósitos. Confirmo que, salvo las referencias citadas en el texto, el contenido intelectual de este Proyecto de Título es resultado exclusivo de mis esfuerzos personales.

La Universidad de Valparaíso reconoce expresamente la propiedad intelectual del autor sobre esta Memoria de Titulación. Sin embargo, en caso de ser sometida a evaluación para los propósitos de obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil Oceánico, el auto renuncia a los derechos legales sobre la misma y los cede a la Universidad de Valparaíso, la que estará facultada para utilizarla con fines exclusivamente académicos.

Felipe Cammas Simonsen
Alumno

Mauricio Reyes Gallardo
Profesor Guía

AGRADECIMIENTOS:

A mis padres y hermanos, los cuales sin importarles mis errores me han apoyado incondicionalmente en todo momento, especialmente cuando el escenario fue complejo. Papá, Mamá, Flakita, Jean y Pulpo muchas gracias por todo,

A mi compañera de aventuras, mujer incondicional y apañadora. Consejera y coach motivacional, que me enrioló cuando más difícil y empinada se puso la cuesta. A ti, mi Tanti Quelme, muchas gracias por estar ahí y seguir en la conquista de este y muchos logros más que vendrán.

A Mauricio Reyes, por confiar en mi. Por tenderme una mano en todo momento que necesité de sus asesorías. Sin duda la oficina fue y seguirá siendo un buen lugar de trabajo.

A mis compañeros de años, Sole, los Felipes, Ale, Ives, Ariel, Galaz, con quien compartí mis triunfos y derrotas. Con quienes siempre conté para cualquier eventualidad.

Al FabLab de la Universidad de Valparaíso, por sus Asesorías. Así como a los alumnos de la carrera de Ingeniería en Estadística de la misma universidad.

CONTENIDOS

RESUMEN	13
1 INTRODUCCIÓN	14
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 OBJETIVO GENERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	16
3.1 ALCANCES.....	16
3.2 LIMITACIONES.....	16
4 MARCO TEÓRICO.....	17
4.1 GEORREFERENCIACIÓN ESPACIAL DE LA ZONA DE ESTUDIO	17
4.1.1 SISTEMA COORDENADO DE LATITUD Y LONGITUD	17
4.1.2 SISTEMA DE COORDENADAS CARTESIANAS.....	17
4.1.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	18
4.1.4 DESCRIPCIÓN DE GOOGLE EARTH ©	18
4.2 MODELOS BASADOS EN AGENTE (MBA).....	19
4.2.1 NETLOGO	20
4.3 RIESGO.....	22
4.4 ESTUDIO DE AMENAZA: TERREMOTOS Y TSUNAMIS.....	23
4.4.1 DEFINICIONES: SUBDUCCIÓN, TERREMOTO Y TSUNAMI	23
4.4.2 TERREMOTOS Y TSUNAMIS DE CHILE	27
4.4.3 ZONA CENTRAL: TERREMOTOS Y TSUNAMIS	29
4.5 ESTUDIO DE IMPACTO	33
4.5.1 ESTIMACIÓN DE IMPACTOS	33
4.5.2 VULNERABILIDAD	35
4.5.3 VULNERABILIDADES PRESENTES EN LA EVACUACIÓN DE TSUNAMI	36
4.5.4 VULNERABILIDADES DE UNA PASARELA UTILIZADA PARA EVACUAR	39
4.5.5 EXPOSICIÓN.....	40
4.6 GESTIÓN DEL RIESGO	40
4.7 EVACUACIÓN POR TSUNAMI.....	42
4.7.1 SISTEMAS DE ALERTA	42
4.7.2 EVACUACIÓN HORIZONTAL.....	45
5 METODOLOGÍA	45
5.1 GEORREFERENCIACIÓN ESPACIAL.....	46
5.2 CARACTERIZACIÓN DE LA AMENAZA.....	46

5.3	CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS PERSONAS	47
5.3.1	SELECCIÓN DE CRITERIOS PARA CARACTERIZAR A LAS PERSONAS	47
5.3.2	CONFECCIÓN Y PRUEBA DE ENCUESTA PILOTO	48
5.3.3	MEJORA DE ENCUESTA PILOTO	48
5.3.4	PUESTA EN MARCHA DEL INSTRUMENTO	50
5.3.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	52
5.4	SIMULACIÓN DE AGENTES USANDO NETLOGO	52
5.4.1	SIMULACIONES SIN PROYECTO CON UN PASAJERO (SP0).....	56
5.4.2	SIMULACIONES DE ESCENARIOS SIN PROYECTO ASUMIENDO UNA OCUPACIÓN COMPLETA DEL TREN (SP1, 2, 3 Y 4)	56
5.4.3	SIMULACIÓN DE LA SITUACIÓN CON PROYECTO (ESCENARIO 0, CP0)	57
5.4.4	SIMULACIONES DE ESCENARIOS CON PROYECTO ASUMIENDO UNA OCUPACIÓN COMPLETA DEL TREN (CP1 Y 3)	57
5.4.5	ÍNDICES DE MORTALIDAD	57
5.5	CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE EVACUACIÓN POR TSUNAMI. 58	
6	RESULTADOS.....	58
6.1	GEORREFERENCIACIÓN ESPACIAL.....	58
6.1.1	DEFINICIÓN DE ZONAS	58
6.1.2	ANÁLISIS ESPACIAL.....	59
6.1.3	CARACTERIZACIÓN DE LAS VÍAS DE EVACUACIÓN	62
6.1.4	DEFINICIÓN DE RUGOSIDADES EXPERIMENTALES	76
6.1.5	PLANOS DE LOS MODELOS A SIMULAR EN NETLOGO.....	76
6.2	CARACTERIZACIÓN DE LA AMENAZA.....	77
6.3	CARACTERIZACIÓN DE LAS PERSONAS.....	81
6.3.1	PREGUNTA 8: ¿POSEE USTED ALGUNA DISCAPACIDAD?	82
6.4	RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES DE AGENTES USANDO NETLOGO.....	86
6.4.1	SIMULACIONES SIN PROYECTO (SP0)	86
6.4.2	SIMULACIONES DE ESCENARIOS SIN PROYECTO ASUMIENDO UNA OCUPACIÓN COMPLETA DEL TREN EN LA ZONA A (SP1, 2, 3 Y 4)	88
6.4.3	SIMULACIÓN DE LA SITUACIÓN CON PROYECTO (CP0).....	90
6.4.4	SIMULACIONES DE ESCENARIOS CON PROYECTO ASUMIENDO UNA OCUPACIÓN COMPLETA DEL TREN EN LA ZONA B (CP1, y 3)	92
6.4.5	ÍNDICES DE MORTALIDAD	93
6.5	CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE EVACUACIÓN POR TSUNAMI	95
7	CONCLUSIONES.....	97
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99

9	ANEXOS	102
9.1	RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	103
9.1.1	SEXO, NACIONALIDAD Y RANGO ETARIO	103
9.1.2	PREGUNTA 4: ¿HA TENIDO EXPERIENCIA DE EVACUACIÓN EN UN TERREMOTO O TSUNAMI, YA SEA EN SIMULACRO O EXPERIENCIA REAL?.....	106
9.1.3	PREGUNTA 7: SEGÚN SU EXPERIENCIA: INDIQUE DEL 1 AL 5, DONDE 1 ES “POCO CONFIABLE” Y 5 “MUY CONFIABLE”, ¿CUÁNTA EXPERIENCIA TIENE UD. EN SU CONOCIMIENTO ACERCA DE EVACUACIÓN DE TSUNAMI?	110
9.1.4	PREGUNTA 9: INDIQUE SU CATEGORÍA DE RESIDENCIA	116
9.1.5	PREGUNTA 11: ¿CÓMO DEFINIRÍA UD. SU REACCIÓN DURANTE UN TERREMOTO Y/O TSUNAMI? UTILICE UNA ESCALA DE 1 A 5, DONDE 1 ES “PÉRDIDA ABSOLUTA DEL AUTOCONTROL” Y 5 ES “MUY TRANQUILO”	120
9.1.6	PREGUNTA 13: ¿SABE O CONOCE ALGUNA VÍA DE EVACUACIÓN EN CASO DE QUE TUVIESE QUE EVACUAR AHORA?	126
9.1.7	PREGUNTA 14: ¿QUÉ MEDIO UTILIZARÍA PARA EVACUAR EN CASO DE TSUNAMI?.....	131
9.1.8	PREGUNTA 15: ¿EN QUÉ MOMENTO DECIDIRÍA UD. EVACUAR EN CASO DE TSUNAMI?	137

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Zona de estudio visto desde la interfaz de Google Earth Pro. Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth Pro.....	19
Figura 2 – Imagen de la Interfaz de NetLogo. Fuente: Elaboración propia.....	21
Figura 3 - Zona de subducción. Fuente: Carvajal (2015).....	24
Figura 4 - Tipo de sismo asociado a la Zona de Subducción de Chile. Fuente: Cisternas (2012).....	25
Figura 5 - Representación de un terremoto generador de tsunami. Fuente: SHOA (2005). 26	
Figura 6 - Comportamiento del tsunami cuando arriba a la costa. Fuente: SHOA (2005)... 27	
Figura 7 - Terremotos Históricos de Chile. Elaborado con data del Servicio Sismológico de Chile, 2012. Fuente: Reyes (2013).	28
Figura 8 - Generación de Tsunamis Históricos en Chile, elaborado con data del Servicio Sismológico de Chile (2012). Fuente: Reyes (2013).....	29
Figura 9 - Sismos previos, Terremoto y sismos posteriores al terremoto de 1985. Fuente: Comte (et al. 1986).....	32
Figura 10 - Diagrama para el cálculo de impactos. Fuente: Reyes (2013).....	34
Figura 11 - Niveles de impacto de desastre por tsunami. Fuente: Reyes (2013).	38
Figura 12 - Subcomponentes de Vulnerabilidad asociadas al Sufrimiento Humano (HS). Fuente: Reyes (2013).....	38
Figura 13 - Plano de Evacuación Valparaíso y Laguna Verde. Fuente: SHOA.....	43
Figura 14 - Plano de evacuación de Viña del Mar. Fuente: SHOA.	44
Figura 15 - Carta de Inundación de la zona de Estudio. Fuente: SHOA.	44
Figura 16 - Mapa conceptual de la Metodología aplicada. Fuente: Elaboración propia.	46

Figura 17 - Tramo 1 de realización de encuestas. Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth Pro.....	50
Figura 18 - Tramo 2 de realización de encuestas. Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth Pro.....	51
Figura 19 - Plano explicativo de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.	53
Figura 20 - Subdivisión de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth Pro (2018).....	59
Figura 21 - Conformación del chancado y línea férrea. Fuente: Elaboración propia.....	60
Figura 22 - Escaleras de Estación Recreo utilizadas en lo modelos de evacuación. Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth Pro (2018).....	62
Figura 23 - Flujos de evacuación en Estación Recreo. Fuente: Elaboración propia.	63
Figura 24 - Andenes, chancados y escaleras de Estación Recreo. Fuente: Elaboración propia.	64
Figura 25 - Torniquetes de Estación Recreo (vista hacia Viña del Mar). Fuente: Elaboración propia.	65
Figura 26 - Tramo E de la pasarela de Estación Recreo (Vista hacia Recreo). Fuente: Elaboración propia.	65
Figura 27 - Escalera de Recreo, empalme de vías de evacuación. Fuente: Elaboración propia.	67
Figura 28 - Escalera de Recreo, tramo inferior. Fuente: Elaboración propia.	67
Figura 29 - Escalera de Recreo, tramo superior. Fuente: Elaboración propia.	68
Figura 30 - Escalera JJ Latorre. Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth Pro (2018).....	69
Figura 31 - Flujos de evacuación de la Escalera JJ Latorre. Fuente: Elaboración propia.....	69
Figura 32 - Tramo A escala JJ Latorre con vista hacia el cerro. Fuente: Elaboración propia.	70
Figura 33 - Tramo A escala JJ Latorre con vista hacia Avenida España. Fuente: Elaboración propia.	70
Figura 34 - Tramo B y C de la escala JJ Latorre con vista hacia el cerro. Fuente: Elaboración propia.	71
Figura 35 - Tramo B y C de la escala JJ Latorre con vista hacia Avenida España. Fuente: Elaboración propia.	71
Figura 36 - Tramo D de la escala JJ Latorre con vista hacia el cerro. Fuente: Elaboración propia.	72
Figura 37 - Tramo D de la escala JJ Latorre con vista el tramo C. Fuente: Elaboración propia.	73
Figura 38 - Escalera Solución con vista hacia Punto F, desde el Punto E. Fuente: Elaboración propia.	74
Figura 39 - Escalera Solución con vista hacia Punto E, desde el Punto F. Fuente: Elaboración propia.	74
Figura 40 - Escalera Solución con vista hacia Punto G, desde el Punto F. Fuente: Elaboración propia.	75
Figura 41 - Escalera Solución con vista hacia la zona de evacuación, desde el Punto G. Fuente: Elaboración propia.	75
Figura 42 - Zona de estudio visualizado desde el Geoportal. Fuente: Elaboración propia. ...	77
Figura 43 - Territorio afectado por el terremoto de 1730. Fuente: Carvajal (2015).....	78
Figura 44 - Perfiles topográficos y nivel de inundación según reportes históricos. Fuente: Carvajal (2015).....	79
Figura 45 - Modelos de ruptura. Fuente: Carvajal (2015).	79

Figura 46 - Modelos de ruptura del terremoto de 1730. Fuente: Quiroz et al. (2014).....	80
Figura 47 - Área de inundacion y tsunami de 1730 según modelo FFM-3. Fuente: Quiroz et al. (2014).....	81
Figura 48 - Respuesta del total de encuestados con respecto a la Pregunta 8. Fuente: Elaboración propia.	83
Figura 49 - Respuesta afirmativa de la pregunta 8 con respecto a la nacionalidad. Fuente: Elaboración propia.	84
Figura 50 - Respuesta negativa de la pregunta 8 con respecto a la nacionalidad. Fuente: Elaboración propia.	84
Figura 51 - Respuesta afirmativa de la pregunta 8 con respecto al rango etario. Fuente: Elaboración propia.	85
Figura 52 - Respuesta negativa de la pregunta 8 con respecto al rango etario. Fuente: Elaboración propia.	85
Figura 53 - Comparación de las trayectorias de los agentes con respecto a las simulaciones SP0. Fuente: Elaboración propia.....	87
Figura 54 - Georreferenciación de las trayectorias de las simulaciones SP0. Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth Pro (2018).....	87
Figura 55 – Comparación de la relación velocidad de desplazamiento y el tiempo con respecto a las simulaciones SP0. Fuente: Elaboración propia.....	88
Figura 56 - Comparación de la velocidad promedio y el tiempo de los cuatro escenarios sin proyecto, con capacidad llena. Fuente: Elaboración propia.	89
Figura 57 - Comparación de trayectorias críticas evaluadas en las tres zonas. Fuente: Elaboración propia.	91
Figura 58 - Trayectoria de las simulaciones CP0 basado en la Zona A. Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth Pro (2018).	91
Figura 59 – Comparación de la relación velocidad de desplazamiento y el tiempo con respecto a las simulaciones CP0. Fuente: Elaboración propia.....	92
Figura 60 - Comparación de la velocidad promedio y el tiempo de los dos escenarios con proyecto, con capacidad llena. Fuente: Elaboración propia.	93
Figura 61 - Distribución del sexo de los encuestados. Fuente: Elaboración propia.	104
Figura 62- Distribución de las nacionalidades de los encuestados. Fuente: Elaboración propia.....	104
Figura 63 - Distribución del rango etario de la población encuestada. Fuente: Elaboración propia.....	105
Figura 64 - Distribución de rango etario con respecto a clasificación según la Etapa del Ciclo Vital. Fuente: Elaboración propia.	106
Figura 65 - Respuesta del total de encuestados con respecto a la Pregunta 4. Fuente: Elaboración propia.	107
Figura 66 - Respuesta afirmativa de la pregunta 4 con respecto a la nacionalidad. Fuente: Elaboración propia.	108
Figura 67 - Respuesta negativa de la pregunta 4 con respecto a la nacionalidad. Fuente: Elaboración propia.	109
Figura 68 – Respuesta afirmativa de la pregunta 4 con respecto al rango etario. Fuente: Elaboración propia.	109
Figura 69 - Respuesta negativa de la pregunta 4 con respecto al rango etario. Fuente: Elaboración propia.	110
Figura 70 - Respuesta del total de encuestados con respecto a la Pregunta 7. Fuente: Elaboración propia.	111

Figura 71 – Respuestas con respecto al nivel de confianza de los encuestados de nacionalidad chilena. Fuente: Elaboración propia.	112
Figura 72 - Respuestas con respecto al nivel de confianza de los encuestados de nacionalidad extranjera. Fuente: Elaboración propia.	113
Figura 73 – Respuestas del rango etario Adolescente con respecto a la pregunta 7. Fuente: Elaboración propia.	114
Figura 74 – Respuestas del rango etario Adulto Joven con respecto a la pregunta 7. Fuente: Elaboración propia.	114
Figura 75– Respuestas del rango etario Adulto Medio con respecto a la pregunta 7. Fuente: Elaboración propia.	115
Figura 76– Respuestas del rango etario adolescente con respecto a la pregunta 7. Fuente: Elaboración propia.	116
Figura 77 - Respuesta del total de encuestados con respecto a la Pregunta 9. Fuente: Elaboración propia.	117
Figura 78 - Porcentaje de residentes del Gran Valparaíso en base a la nacionalidad. Fuente: Elaboración propia.	118
Figura 79 - Porcentaje de visitantes del Gran Valparaíso en base a la nacionalidad. Fuente: Elaboración propia.	119
Figura 80 - Porcentaje de residentes del Gran Valparaíso en base al rango etario. Fuente: Elaboración propia.	119
Figura 81 - Porcentaje de residentes del Gran Valparaíso en base al rango etario. Fuente: Elaboración propia.	120
Figura 82 - Respuesta del total de encuestados con respecto a la Pregunta 11. Fuente: Elaboración propia.	121
Figura 83 – Respuestas de la pregunta 11 con respecto al nivel de autocontrol de los encuestados de nacionalidad chilena. Fuente: Elaboración propia.	122
Figura 84 – Respuestas de la pregunta 11 con respecto al nivel de autocontrol de los encuestados de nacionalidad extranjera. Fuente: Elaboración propia.	123
Figura 85 - Respuestas del rango etario Adolescente con respecto a la pregunta 11. Fuente: Elaboración propia.	124
Figura 86 - Respuestas del rango etario Adulto Joven con respecto a la pregunta 11. Fuente: Elaboración propia.	124
Figura 87 - Respuestas del rango etario Adulto Medio con respecto a la pregunta 11. Fuente: Elaboración propia.	125
Figura 88 - Respuestas del rango etario Adulto Mayor con respecto a la pregunta 11. Fuente: Elaboración propia.	126
Figura 89 - Respuesta del total de encuestados con respecto a la Pregunta 13. Fuente: Elaboración propia.	127
Figura 90 - Respuesta afirmativa de la pregunta 13 con respecto a la nacionalidad. Fuente: Elaboración propia.	128
Figura 91 - Respuesta negativa de la pregunta 13 con respecto a la nacionalidad. Fuente: Elaboración propia.	129
Figura 92 - Respuesta afirmativa de la pregunta 13 con respecto al rango etario. Fuente: Elaboración propia.	130
Figura 93 - Respuesta negativa de la pregunta 13 con respecto al rango etario. Fuente: Elaboración propia.	130
Figura 94 - Respuesta del total de encuestados con respecto a la Pregunta 14. Fuente: Elaboración propia.	132

Figura 95 – Respuestas de la pregunta 14 con respecto al método de evacuación de los encuestados de nacionalidad chilena. Fuente: Elaboración propia.	133
Figura 96 – Respuestas de la pregunta 14 con respecto al método de evacuación de los encuestados de nacionalidades extranjeras. Fuente: Elaboración propia.....	134
Figura 97 - Respuestas del rango etario Adolescente con respecto a la pregunta 14. Fuente: Elaboración propia.	135
Figura 98 - Respuestas del rango etario Adolescente con respecto a la pregunta 14. Fuente: Elaboración propia.	135
Figura 99 - Respuestas del rango etario Adulto Medio con respecto a la pregunta 14. Fuente: Elaboración propia.	136
Figura 100 - Respuestas del rango etario Adolescente con respecto a la pregunta 14. Fuente: Elaboración propia.	136
Figura 101 - Respuesta del total de encuestados con respecto a la Pregunta 15. Fuente: Elaboración propia.	138
Figura 102 – Respuestas de la pregunta 15 con respecto a la elección del momento de evacuación frente a un tsunami de los encuestados de nacionalidad chilena. Fuente: Elaboración propia.	139
Figura 103 – Respuestas de la pregunta 15 con respecto a la elección del momento de evacuación frente a un tsunami de los encuestados de nacionalidad extranjera. Fuente: Elaboración propia.	140
Figura 104 - Respuestas del rango etario Adolescente con respecto a la pregunta 15. Fuente: Elaboración propia.	141
Figura 105 - Respuestas del rango etario Adulto Joven con respecto a la pregunta 15. Fuente: Elaboración propia.	141
Figura 106 - Respuestas del rango etario Adulto Medio con respecto a la pregunta 15. Fuente: Elaboración propia.	142
Figura 107 - Respuestas del rango etario Adulto Mayor con respecto a la pregunta 15. Fuente: Elaboración propia.	143

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 - Terremotos de la Zona Central de Chile. Elaborado con data de NGDC (2014) y CSN (2014). Fuente: Flores (2016).	30
Tabla 2 - Escalas cualitativas de estimación de impactos. Fuente: Reyes (2013) y Winckler (et al. 2015).	34
Tabla 3 - Clasificación de valores de alfa para el método alfa de Cronbach. Fuente: Elaboración propia.	49
Tabla 4 – Información de jornadas de ejecución del instrumento. Fuente: Elaboración propia.	51
Tabla 5 - Tabla de preguntas seleccionadas para el análisis estadístico y su implicancia con los parámetros de clasificación. Fuente: Elaboración propia.	52
Tabla 6- Escenarios de simulación. Fuente: Elaboración propia.	55
Tabla 7 - Conversión de velocidad real a la velocidad del modelo. Fuente: Elaboración propia.	56
Tabla 8 - Factores de rugosidad experimental empleados en las simulaciones. Fuente: Elaboración propia.	76
Tabla 9 - Tiempos de evacuación correspondientes a las subdivisiones de la zona de estudio para los escenarios SP0. Fuente: Elaboración propia.	86

Tabla 10 - Tiempos de evacuación de los escenarios sin proyecto, a máxima capacidad y evaluados según velocidades predeterminadas por tabla 6. Fuente: Elaboración propia....	89
Tabla 11 - Tiempos de evacuación correspondientes a las subdivisiones de la zona de estudio para los escenarios CP0. Fuente: Elaboración propia.	90
Tabla 12 - Tiempos de evacuación de los escenarios con proyecto, a máxima capacidad y evaluados según velocidades predeterminadas por tabla 6. Fuente: Elaboración propia....	92
Tabla 13 - Cantidad de pasajeros en el chancado al momento del arribo del tsunami. Fuente: Elaboración propia.	94
Tabla 14 – Porcentaje de pasajeros en el chancado al momento del arribo del tsunami. Fuente: Elaboración propia.	94
Tabla 15 - Tiempos exactos de la salida de los agentes de la zona de chancado. Fuente: Elaboración propia.	95
Tabla 16 - Comparación de los tiempos de arribo considerando las velocidades de la FEMA (2008) para escenarios SP y CP. Fuente: Elaboración propia.	96

RESUMEN

Tras los eventos acontecidos en el último tiempo, empezando por el del 27 de febrero de 2010, tanto terremotos como sus posteriores tsunamis han afectado las costas de Chile. Es debido a esto que se han desarrollado estrategias para mitigar y reducir los riesgos de desastres (RRD), con el fin de generar un cierto nivel de conocimiento en la población, basado en resultados que avalan que la prevención de desastres naturales es la clave para reducir los impactos humanos (ONEMI, 2016). Este estudio se enfoca en estudiar y caracterizar la evacuación de personas desde las zonas de exposición a tsunami en la ciudad de Viña del Mar a las zonas seguras presentes en los planos de evacuación de la ONEMI por medio de un modelo basado en agentes en el software NetLogo.

Este proyecto tiene como objetivo el análisis de la evacuación horizontal en caso de tsunami, en un sector de la vía férrea que conecta las ciudades de Valparaíso y Viña del Mar. Para ello, se propone la construcción de un modelo basado en agentes, con el software NetLogo. La simulación toma en cuenta los escenarios de amenaza que pueden presentarse, y el comportamiento probable de las personas y el sistema de transporte en estudio. En particular, el modelo con agentes permite sensibilizar los parámetros para toma de decisiones de los agentes. Así, se introduce de manera simplificada el comportamiento de las personas.

Los procedimientos considerados para llevar a cabo este estudio son: recopilación de antecedentes, caracterización territorial utilizando Sistemas de Información Geográfica, caracterización de los agentes por medio de la elaboración de una encuesta y posterior análisis estadístico. Por medio de un análisis bibliográfico de los eventos ocurridos en la zona central para así caracterizar la amenaza y vulnerabilidad existente.

Por último, una vez caracterizado el territorio, los agentes, la amenaza y vulnerabilidad, se definirán los escenarios a simular en NetLogo, los cuales deben considerar las situaciones más complejas y adversas que podría enfrentar un sistema de transporte ferroviario costero. Con este se busca determinar vulnerabilidades específicas y proponer medidas para su reducción.