

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	3
1.1 Lugar de aplicación	4
1.2 Problemática	5
1.2.1 Congestión vehicular	5
1.2.2 Infraestructura vial.....	5
1.2.3 Gases de efecto invernadero	6
1.2.4 Efectos del COVID-19 en el transporte público.....	7
1.2.5 Oportunidad de estudio.....	8
1.3 Objetivo general	9
1.4 Objetivos específicos	9
1.5 Resultados tangibles esperados	10
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA	11
2.1 Marco conceptual	12
2.1.1 Vehículos eléctricos.....	12
2.1.2 Bicicletas eléctricas	12
2.1.3 Baterías	15
2.1.4 Modo de carga de la batería.....	16
2.1.5 CO2 equivalente (CO2eq)	17
2.2 Sistema público de bicicletas eléctricas compartidas	17
2.3 Marco legal	19
2.4 Marco metodológico para el diagnóstico del entorno actual	20
2.4.1 Análisis PESTEL	20
2.4.2 Análisis FODA	21

2.4.3	Análisis de las cinco fuerzas de Porter	23
2.5	Marco metodológico para diseñar la propuesta y modelo de negocios.....	24
2.5.1	<i>Design thinking</i>	24
2.5.2	<i>Lean startup</i>	25
2.5.3	Design sprint.....	27
2.5.4	Metodología <i>scrum</i>	28
2.5.5	Metodología de desarrollo de clientes.....	28
2.5.6	<i>Value proposition design</i>	29
2.5.7	Mapa de empatía.....	30
2.5.8	<i>Lean canvas</i>	32
2.6	Metodología para la evaluación técnica, económica y social	34
2.6.1	Preparación y evaluación de proyectos	34
2.6.2	Metodología general de preparación y evaluación social de proyectos	35
2.7	Fórmulas	36
2.7.1	Tamaño muestral	36
2.8	Elección de metodología de solución	37
2.9	Metodología de solución	40
CAPÍTULO 3: ESTADO DEL ARTE		43
3.1	<i>Smart cities</i>	44
3.2	Sistema de bicicletas compartidas	45
3.3	Beneficios generales de un sistema de bicicletas compartidas	47
3.4	Sistemas de bicicletas compartidas en la actualidad	48
3.5	La bicicleta eléctrica como medio de transporte competitivo.....	51
3.6	Ley de convivencia de modos	54
CAPÍTULO 4: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL		56

4.1 Modelos vigentes en Chile y el mundo	57
4.1.1 Bike Santiago.....	57
4.1.2 Bici Las Condes.....	58
4.1.3 SBP <i>Vélib</i> – París.....	59
4.1.4 ECOBICI – México D.F.....	60
4.1.5 BiciMAD	62
4.2 Actores involucrados	63
4.2.1 CTCE – Universidad de Talca.....	64
4.2.2 Operador del SBP	64
4.2.3 Municipalidad de Curicó	65
4.2.4 Usuarios del sistema	65
4.2.5 Ciclistas no usuarios del sistema	65
4.2.6 Carabineros, PDI y Seguridad Ciudadana	65
4.2.7 Proveedores de servicios complementarios.....	65
4.2.8 Sistema de transporte público y vehículos particulares.....	66
4.2.9 Proveedores	66
4.2.10 Auspiciadores	66
4.3 Análisis PESTEL.....	66
4.3.1 Entorno político-legal.....	66
4.3.2 Entorno económico.....	69
4.3.3 Entorno social	70
4.3.4 Entorno tecnológico.....	71
4.3.5 Entorno ecológico-ambiental.....	74
4.4 Análisis de las 5 fuerzas de Porter.....	74
4.4.1 Rivalidad entre los competidores	75

4.4.2	Poder de negociación de los clientes	75
4.3.3	Poder de negociación de los proveedores.....	75
4.4.4	Amenaza de nuevos competidores entrantes	76
4.4.5	Amenaza de nuevos productos sustitutivos	76
4.4.6	Resultados de las cinco fuerzas de Porter.....	76
4.5	Análisis FODA.....	77
4.5.1	Fortalezas.....	77
4.5.2	Oportunidades.....	77
4.5.3	Debilidades	78
4.5.4	Amenazas	78
4.6	Perfil del usuario	79
CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE VALOR Y MODELO DE NEGOCIO		81
5.1	Potenciales clientes.....	82
5.1.1	Necesidades de los potenciales clientes.....	82
5.2	Mapa de empatía.....	84
5.2.1	Mapa de empatía estudiantes	84
5.2.2	Resumen caracterización arquetipo de cliente estudiante de acuerdo con el mapa de empatía	85
5.2.3	Hipótesis y preguntas para entrevista del arquetipo de cliente estudiante	86
5.2.4	Mapa de empatía adultos	87
5.2.5	Resumen caracterización arquetipo de cliente adulto de acuerdo con el mapa de empatía	88
5.2.6	Hipótesis y preguntas para entrevista del arquetipo de cliente adulto.....	89
5.2.7	Mapa de empatía tercera edad	90
5.2.8	Resumen caracterización arquetipo de cliente adulto mayor de acuerdo con el mapa de empatía	91

5.2.9	Hipótesis y preguntas para entrevista del arquetipo de cliente adulto mayor	91
5.3	Entrevista a los potenciales clientes	92
5.4	Análisis entrevista del arquetipo de cliente estudiantes	93
5.4.1	Análisis por pregunta.....	93
5.4.2	Análisis de la hipótesis 1 del arquetipo cliente estudiantes.....	98
5.4.3	Análisis de la hipótesis 2 del arquetipo cliente estudiantes.....	98
5.4.4	Análisis general	98
5.4.5	Estimación de la demanda arquetipo cliente estudiantes.....	100
5.5	Análisis de la entrevista al arquetipo cliente adultos.....	101
5.5.1	Análisis por pregunta.....	101
5.5.2	Análisis de la hipótesis 1 del arquetipo cliente adultos.....	107
5.5.3	Análisis de la hipótesis 2 del arquetipo cliente adultos.....	108
5.5.4	Análisis general	108
5.5.5	Estimación de la demanda arquetipo cliente adultos.....	109
5.6	Análisis de la entrevista al arquetipo cliente adulto mayor	110
5.6.1	Análisis por pregunta.....	110
5.6.2	Análisis de la hipótesis 1 del arquetipo cliente adulto mayor	116
5.6.3	Análisis de la hipótesis 2 del arquetipo cliente adulto mayor	116
5.6.4	Análisis general	117
5.7	Estimación de demanda del servicio	117
5.8	<i>Value proposition design</i>	119
5.9	Perfil de cliente.....	119
5.9.1	Trabajos	120
5.9.2	Dolores	121
5.9.3	Ganancias	123

5.10	Mapa de valor.....	124
5.10.1	Productos y servicios.....	124
5.10.2	Analgésicos.....	125
5.10.3	Creadores de ganancias	127
5.11	Encaje entre el mapa de valor y el perfil de cliente	128
5.12	Modelo de negocios <i>Lean Canvas</i>.....	130
5.11.1	Propuesta de valor	130
5.12.2	Segmento de mercado.....	131
5.12.3	Ventaja desleal.....	131
5.12.4	Canales	132
5.12.5	Estructura de ingresos.....	132
5.12.6	Problema.....	133
5.12.7	Solución.....	133
5.12.8	Métricas clave.....	133
5.12.9	Estructura de costos	134
5.13	Estrategias utilizadas para fomentar el uso de la bicicleta	134
5.13.1	Holanda-Países Bajos	134
5.13.2	Dinamarca.....	136
5.13.3	México	138
5.13.4	Medidas propuestas para promover el uso de la bicicleta en Chile.....	139
CAPÍTULO 6:	ESTUDIO TÉCNICO	140
6.1	Sistema de operación	141
6.1.1	Estaciones de carga y anclaje	141
6.1.2	Sistema flotante libre	143
6.1.3	Sistema híbrido	144

6.1.4	Métodos de desbloqueo de bicicletas	144
6.1.5	Aplicaciones de celular y sistemas computacionales	145
6.1.6	Características del servicio	145
6.2	La bicicleta eléctrica	146
6.2.1	Características de la bicicleta	147
6.3	Software	148
6.3.1	Sistema de información, afiliación y atención.....	148
6.3.2	Sistema general de control y comunicación	149
6.4	Proveedores de equipos	150
6.4.1	Feirui Vehicle	150
6.4.2	Yuandong Bluesword	150
6.4.3	PBSC	151
6.4.4	Bewegen	152
6.4.5	Kuake Bicycle	152
6.4.6	Volmark.....	153
6.4.7	Wheele.....	154
6.4.8	Voltbike	156
6.5	Elección de bicicletas para el arriendo con <i>leasing</i>.....	157
6.6	Centro de control y mantenimiento	159
6.7	Diseño de <i>layout</i> para el centro.....	161
6.7.1	Diagrama de relación de actividades	161
6.7.2	Hoja de trabajo.....	163
6.7.3	Diagrama adimensional de bloques.....	164
6.7.4	Oficina secretaria.....	164
6.7.5	Oficina gerente	165

6.7.6	Sala de control	166
6.7.7	Puesto de trabajo del mecánico	166
6.7.8	Bodega de repuestos e insumos	167
6.7.9	Depósito de desechos	168
6.7.10	Zona de prueba de bicicletas	168
6.7.11	Bodega de bicicletas	169
6.7.12	Cocina y comedor	170
6.7.13	Estacionamiento	170
6.7.14	Diagrama adimensional de bloques final.....	171
6.7.15	Flujos dentro del diagrama adimensional de bloques.....	172
6.7.16	<i>Layout</i> de referencia	173
6.8	Equipos	174
6.9	Personal.....	175
6.10	Servicios tercerizados	176
CAPÍTULO 7: EVALUACIÓN ECONÓMICA.....		177
7.1	Costos de inversión	178
7.2	Elección del proveedor para el sistema de bicicletas compartidas.....	181
7.3	Calendarios.....	183
7.3.1	Calendario de reinversión	183
7.3.2	Calendario de venta de activos	183
7.3.3	Calendarios de depreciación.....	184
7.4	Ingresos de explotación	184
7.4.1	Estrategia tarifaria e ingresos provenientes de los usuarios	184
7.4.2	Patrocinador.....	186
7.5	Costos de operación	186

7.6	Capital de trabajo	188
7.7	Estimación del costo de capital	188
7.8	Evaluación económica	189
7.8.1	Caso 1: Modelo privado	189
7.8.2	Caso 2: Modelo público-privado	191
7.9	Resumen de resultados	194
7.10	Evaluación económica con la modalidad de arriendo con <i>leasing</i>	195
7.10.1	Calendario de inversión	195
7.10.2	Ingresos.....	196
7.10.3	Depreciación bicicletas.....	197
7.10.4	Valor libro	197
7.10.5	Modelo privado del proyecto agregando arriendo con <i>leasing</i>	197
7.10.6	Modelo con subvención a la inversión inicial y arriendo con <i>leasing</i>	199
7.10.7	Modelo subvención a la operación y arriendo con <i>leasing</i>	201
7.10.8	Resumen de resultados con y sin <i>leasing</i>	203
7.11	Análisis de sensibilidad.....	203
7.11.1	Sensibilización de variables.....	203
7.11.2	Escenarios de evaluación.....	206
CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN SOCIAL		207
8.1	Beneficios sociales	208
8.1.1	Ahorro de emisiones de CO2	208
8.1.2	Ahorro de tiempo de viaje	209
8.1.3	Ahorro de tiempo de espera.....	210
8.1.4	Beneficio en salud	211
8.1.5	Ahorro monetario en los usuarios.....	213

8.1.6	Ahorro de ocupación del espacio público.....	214
8.2	Costos sociales	215
8.2.1	Costos por siniestralidad.....	215
8.3	Resultados de la evaluación social.....	217
CONCLUSIONES		220
BIBLIOGRAFÍA		223
ANEXOS		237

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	Emisiones de GEI entre 1990 y 2018 en Chile	6
Ilustración 2:	Emisiones de GEI del sector transporte en Chile entre 1990 y 2018	7
Ilustración 3:	Diagrama de bloques del diseño de una bicicleta eléctrica.....	13
Ilustración 4:	Aspectos que considera el análisis PESTEL	21
Ilustración 5:	Matriz FODA	22
Ilustración 6:	Las cinco fuerzas de Porter	24
Ilustración 7:	Ciclo metodología Lean Startup.....	27
Ilustración 8:	Ciclo metodología de desarrollo de clientes.....	29
Ilustración 9:	Value Proposition Design Canvas.....	30
Ilustración 10:	Mapa de empatía	31
Ilustración 11:	Lienzo de Lean Canvas	34
Ilustración 12:	Bicicleta Bike Santiago	58

Ilustración 13: Bicicleta Bici Las Condes	59
Ilustración 14: Bicicleta Vélib.....	60
Ilustración 15: Bicicleta ECOBICI.....	62
Ilustración 16: Bicicleta BiciMAD.....	63
Ilustración 17: Diagrama circular de posibles actores involucrados en el desarrollo del SBP en Curicó	64
Ilustración 18: Ciclovías en Curicó	72
Ilustración 19: Lienzo Lean Canvas del proyecto	130
Ilustración 20: Infraestructura básica de una estación.....	142
Ilustración 21: Bicicleta eléctrica Bonn.....	154
Ilustración 22: Bicicleta eléctrica MTB Kilimanjaro	154
Ilustración 23: Bicicleta eléctrica Wheele Rotterdam	155
Ilustración 24: Bicicleta eléctrica Wheele Mountain	156
Ilustración 25: Bicicleta de ciudad modelo 9031-3-90.....	156
Ilustración 26: Bicicleta de montaña modelo 9031-1-90.....	157
Ilustración 27: Simbología bloque adimensional	164
Ilustración 28: Bloque oficina de secretaria y atención al cliente	165
Ilustración 29: Bloque oficina del gerente.....	166
Ilustración 30: Bloque sala de control	166
Ilustración 31: Bloque puesto de trabajo del mecánico.....	167

Ilustración 32: Bloque bodega de repuestos e insumos.....	168
Ilustración 33: Bloque depósito de desechos.....	168
Ilustración 34: Bloque zona de prueba de bicicletas	169
Ilustración 35: Bloque bodega de bicicletas	170
Ilustración 36: Bloque cocina y comedor	170
Ilustración 37: Bloque estacionamiento	171
Ilustración 38: Diagrama adimensional de bloques.....	171
Ilustración 39: Diagrama adimensional de bloques con flujos.....	173
Ilustración 40: Layout de referencia.....	174

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Evolución de la creación de sistemas públicos de bicicletas en el mundo.....	49
Gráfico 2: Velocidad media por tipo de transportes en distancias de menos de 5km	52
Gráfico 3: Velocidad media por tipo de transporte en distancias de más de 5km.....	52
Gráfico 4: Gasto energético anual en euros según tipo de vehículo.....	53
Gráfico 5: Principales medios de transporte utilizados por estudiantes	93
Gráfico 6: Tiempo promedio de viaje en estudiantes	96
Gráfico 7: Porcentaje de estudiantes que incorpora el ejercicio en sus actividades diarias	97
Gráfico 8: Principales medios de transporte utilizados por adultos	101
Gráfico 9: Tiempo promedio de viaje en adultos	102
Gráfico 10: Promedio de gastos diarios de transporte en adultos.....	105

Gráfico 11: Porcentaje de adultos que consideran tener un gasto significativo en transporte	106
Gráfico 12: Principales medios de transporte utilizados por adulto mayor.....	111
Gráfico 13: Porcentaje de adultos mayores que consideran importante cuidar su salud.....	112
Gráfico 14: Principales actividades realizadas por adultos mayores.....	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Costos de electricidad según capacidad de la batería.....	16
Tabla 2: Alternativas de metodologías de solución para el proyecto.....	39
Tabla 3: Matriz de importancia relativa de cada criterio.....	39
Tabla 4: Matriz de ponderaciones.....	40
Tabla 5: Tasa de robos y robos frustrados por cada cien mil habitantes.....	71
Tabla 6: Modos de transporte en Curicó.....	73
Tabla 7: Cinco fuerzas de Porter del sistema de bicicletas públicas en Curicó.....	76
Tabla 8: Usuarios anuales y viajes diarios estimados para modalidad con suscripción.....	119
Tabla 9: Usuarios anuales estimados para modalidad arriendo con leasing.....	119
Tabla 10: Cantidad de bicicletas públicas requeridas.....	146
Tabla 11: Cantidad de bicicletas requeridas para modalidad de arriendo con leasing.....	147
Tabla 12: Cotización Feirui Vehicle.....	150
Tabla 13: Cotización Yuandong Bluesword.....	151
Tabla 14: Cotización PBSC.....	152
Tabla 15: Cotización Bewegen.....	152

Tabla 16: Cotización Kuake Bicycle	153
Tabla 17: Alternativas de bicicletas eléctricas de ciudad	158
Tabla 18: Alternativas de bicicletas eléctricas de montaña	158
Tabla 19: Importancia relativa de cada criterio para la elección de la bicicleta	159
Tabla 20: Matriz de ponderaciones bicicleta de ciudad	159
Tabla 21: Matriz de ponderaciones bicicleta de montaña	159
Tabla 22: Simbología del layout	161
Tabla 23: Simbología del diagrama de relaciones	161
Tabla 24: Asignación de porcentajes a cada código de relación	162
Tabla 25: Diagrama de relaciones de actividades	162
Tabla 26: Porcentajes de cada código de relación	163
Tabla 27: Hoja de trabajo	163
Tabla 28: Simbología de flujos	172
Tabla 29: Simbología del layout de referencia	173
Tabla 30: Inversión aproximada en equipos y mobiliario para centro de control	174
Tabla 31: Personal requerido y sus remuneraciones	176
Tabla 32: Costo de inversión opción Feirui Vehicle	178
Tabla 33: Costo de inversión opción Yuandong Bluesword	179
Tabla 34: Costo de inversión opción PBSC	179
Tabla 35: Costo de inversión opción Bewegen	180

Tabla 36: Costos de inversión opción Kuake Bicycle.....	181
Tabla 37: Alternativas de proveedores de sistemas públicos de bicicletas eléctricas	182
Tabla 38: Importancia relativa de cada criterio para la elección del proveedor de equipos...	182
Tabla 39: Matriz de ponderaciones final para la elección del proveedor de equipos.....	182
Tabla 40: Calendario de depreciación de activos	184
Tabla 41: Planes tarifarios modalidad suscripción en CLP.....	185
Tabla 42: Distribución esperada de usuarios según planes tarifarios el primer año y el quinto	185
Tabla 43: Costos de operación del sistema de bicicletas compartidas (en MM\$).....	187
Tabla 44: Flujo de caja modelo privado (en MM\$)	190
Tabla 45: Indicadores de rentabilidad modelo privado	190
Tabla 46: Flujo de caja modelo subsidio a la inversión inicial del 80% (en MM\$).....	192
Tabla 47: Indicadores de rentabilidad modelo con subsidio a la inversión inicial.....	192
Tabla 48: Flujo de caja modelo con subvención a la operación.....	193
Tabla 49: Indicadores de rentabilidad modelo con subvención a la operación.....	193
Tabla 50: Resumen de los resultados de los indicadores de rentabilidad.....	194
Tabla 51: Calendario de inversiones para arriendo con leasing (en MM\$).....	195
Tabla 52: Proporción esperada según tipo de arriendo al primer y quinto año	196
Tabla 53: Planes tarifarios para arriendo con leasing.....	196
Tabla 54: Estimación de ingresos de arriendo con leasing (en MM\$)	196

Tabla 55: Depreciación bicicletas para arriendo con leasing (en MM\$).....	197
Tabla 56: Flujo de caja modelo privado agregando arriendo con leasing (en MM\$)	198
Tabla 57: Indicadores de rentabilidad modelo privado agregando arriendo con leasing (en MM\$).....	198
Tabla 58: Flujo de caja modelo con subsidio a la inversión agregando arriendo con leasing (en MM\$).....	200
Tabla 59: Indicadores de rentabilidad modelo con subsidio a la inversión agregando arriendo con leasing	200
Tabla 60: Flujo de caja modelo con subvención a la operación agregando arriendo con leasing (en MM\$).....	202
Tabla 61: Indicadores de rentabilidad modelo subvención a la operación agregando arriendo con leasing	202
Tabla 79: Valores críticos de las variables del modelo privado	204
Tabla 80: Valores críticos de las variables del modelo con subsidio a la inversión inicial....	205
Tabla 81: Valores críticos de las variables del modelo con subvención a la operación.....	205
Tabla 82: Indicadores de rentabilidad en escenarios con variación en la cantidad de usuarios (en MM\$).....	206
Tabla 62: Estimación del beneficio anual por disminución de emisiones de CO2 en (MM\$)	209
Tabla 63: Estimación del beneficio anual por ahorro del tiempo de viaje en (MM\$).....	210
Tabla 64: Tiempo de espera promedio en minutos en los paraderos de Curicó.....	210
Tabla 65: Estimación del beneficio anual por ahorro de tiempo de espera en (MM\$)	211

Tabla 66: Principales beneficios en salud derivados del ciclismo	212
Tabla 67: Estimación del beneficio anual por ahorro en salud en (MM\$)	213
Tabla 68: Estimación del beneficio anual por ahorro en transporte	214
Tabla 69: Estimación del beneficio anual por ahorro de ocupación del espacio público (en MM\$).....	214
Tabla 70: Siniestros y gravedad de los accidentados por tipo de vehículo en la Región del Maule	215
Tabla 71: Siniestros y gravedad de los accidentados por tipo de vehículo en Curicó.....	216
Tabla 72: Probabilidad de accidentarse según modo de transporte en Curicó	216
Tabla 73: Costo social de los siniestros según gravedad.....	216
Tabla 74: Estimación del costo social por siniestralidad (en MM\$)	217
Tabla 75: Flujo de caja social escenario con subsidio a la inversión (en MM\$).....	218
Tabla 76: Indicadores de rentabilidad flujo de caja social escenario con subsidio a la inversión	218
Tabla 77: Flujo de caja social escenario con subvención a la operación (en MM\$).....	218
Tabla 78: Indicadores de rentabilidad flujo de caja social escenario con subvención a la operación	219

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Tamaño muestral	37
Ecuación 2: Número total de relaciones	162
Ecuación 3: Cálculo del costo capital del proyecto	188

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha técnica e-bike proveedor Feirui Vehicle	237
Anexo 2: Ficha técnica e-bike proveedor Kuake Bicycle	238
Anexo 3: Ficha técnica cerradura proveedor Kuake Bicycle	240
Anexo 4: Cotización e-bike proveedor Yuandong Bluesword	242
Anexo 5: Ficha técnica e-fit proveedor PBSC	242
Anexo 6: Ficha técnica e-bike proveedor Bewegen	243
Anexo 7: Ingresos estimados según cada plan tarifario	245