

Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial



**Problema de un Modelo de Asignación, para dar
respuesta ante siniestros ocurridos en la comuna de
San Bernardo
(Caso Cuerpo de Bomberos de San Bernardo)**

por

Patricia América Puebla Quezada

Trabajo de Título para optar al Grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de
Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía Enrique Fajó Briceño

Enero, 2017

*En tan pocas líneas es difícil expresar lo tan agradecida que estoy de la vida, de los padres que me dio, de la linda hermana que tengo, de mi marido Eduardo, de mi tía Emilia, de toda mi familia, de los grandes amig@s que tengo y atesoro, del ser superior que guía mi andar, pero en especial a quién me motiva día a día, mi hijo Eduardito. Gracias a cada uno de ustedes por apoyar este largo camino, el sentir todos sus buenos deseos hacia este proyecto, fue el motor fundamental para darme las fuerzas necesarias y poder así llegar a concluir mi tesis.
¡GRACIAS!*

*Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado.
Un esfuerzo total es una victoria completa.
"Mahatma Gandhi"*

AGRADECIMIENTOS

Para poder llegar a esta instancia, tuve que sortear un largo y duro camino, pero a pesar de todo, estuve siempre acompañada y guiada de las personas indicadas, quienes me apoyaron para que pudiera llegar a buen término y de esta forma concluir mi proyecto de titulación. En este proceso debo agradecer a mi profesor guía don Enrique Fajó, quien confió en mí y fue el apoyo fundamental.

Agradecer también a todos mis profesores, que de una u otra forma quisieron aportar con un granito de arena a mi proyecto de título. El compromiso que tuvieron por nuestra enseñanza, fue la base de lo que hoy estoy concluyendo, simplemente decir que fueron excelentes profesores y más que eso, grandes amigos, gracias a los académicos de PCE ICI UV Santiago Años 2006 - 2010.

Sumo a estos agradecimientos, a quienes gentilmente y sin compromiso me entregaron su tiempo y la información necesaria para poder concluir este proyecto de titulación, me refiero al cuerpo de Bomberos de San Bernardo, a su Comandante el señor Fabián Bustamante, a los voluntarios los señores Cristian del Castillo, Marco Galdames, Marco Valenzuela, Humberto Puebla, entre otros.

También debo agradecer a mis compañeros de curso David Ponce, Hugo Abarca, Hugo Hernández, Héctor Sáez, Marcelo Ojeda y Marcos Arnechino, con quienes creamos lazos muy importantes y a quienes recurro cuando lo necesito, éxito para todos.

Índice

Glosario	7
Lista de Abreviaturas y Siglas	9
Lista de Figuras	10
Lista de Tablas	11
Lista de Gráficos.....	18
Lista de Fotografías	19
Lista de Imágenes	20
Lista de Inecuaciones	21
Lista de Ecuaciones.....	21
Lista de Ejemplos	22
Resumen	23
1 Introducción	24
2 Planteamiento del Problema	25
2.1 Formulación del Problema	25
2.2 Delimitación del Problema	26
3 Objetivos	27
3.1 Objetivo General.....	27
3.2 Objetivos Específicos.....	27
4 La Organización	28
4.1 Descripción del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo	28
4.2 Distribución Organizacional del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo.....	28
4.3 Comandancia del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo.....	30
4.4 Tipos de Siniestros a los que acuden el Cuerpo de Bomberos de San Bernardo.....	32
4.5 Material mayor utilizado por el Cuerpo de Bomberos de San Bernardo	35
4.6 Gasto del Material mayor del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, en el periodo de análisis.....	37
4.7 Detalles de la comuna de San Bernardo.....	39
4.7.1 Límites comuna de San Bernardo	39
4.8 Información de los informes de servicio, de siniestros ocurridos en la comuna de San Bernardo.....	40
5 Marco Teórico	43
5.1 Investigación de Operaciones.....	43
5.1.1 Fases de un estudio de Investigación de Operaciones	43
5.1.2 Solución del modelo de Investigación de Operaciones	44
5.2 Diferencias entre el Modelo de Transporte y Asignación.....	45
5.3 Problema de Asignación	45
5.3.1 Características del problema de asignación.....	46
5.3.2 Construcción del modelo de asignación.....	46
5.3.3 Métodos de resolución de problemas de asignación.....	47
5.3.4 Método Húngaro o de matriz reducida	48
a) Algoritmo general del método Húngaro Balanceado	48
b) Algoritmo general del método Húngaro NO Balanceado	52

5.3.5	Otros métodos	59
a)	Método de la esquina noroccidental	59
b)	Método de aproximación de Vogel	64
5.4	Modelo de Transporte	69
5.4.1	Resolución del Problema de Transporte Mediante Programación Lineal	69
6	Metodología utilizada para la Investigación	73
6.1	Análisis de la situación actual del problema	74
6.2	Recopilación de información y antecedentes del problema	74
6.3	Comparación del problema con otros cuerpos de bomberos	74
6.4	Análisis de teoría "Marco Teórico"	74
6.5	Desarrollo del modelo	74
6.6	Aplicación del Modelo	74
6.7	Conclusión y Resultados	74
7	Metodología de Solución	75
7.1	Memoria Anual del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo (diciembre 2010 a noviembre 2011)	75
7.1.1	Información servicios CLAVE 10-2 (Fuego en áreas abiertas o no confinadas, públicas o privadas)	82
7.1.2	Información servicios CLAVE 10-0 (Fuego en fase inicial, de incremento o libre)	85
7.1.3	Información servicios CLAVE 10-6 (Accidentes con gases combustibles (Glp, gas natural, gas de ciudad y monóxido de carbono)	88
7.1.4	Información servicios CLAVE 10-8 (Otros servicios de emergencia o apoyo brindado por bomberos)	91
7.2	Información de los informes de servicios del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo (diciembre 2010 a noviembre 2011)	94
7.3	Cálculo de distancia entre las Compañías y los puntos con mayor siniestrabilidad de la comuna de San Bernardo	95
7.4	Factores de complejidad por tramo	96
7.5	Cálculo de proporcionalidad de la ruta en %	98
7.6	Cálculo de proporcionalidad de la ruta en kilómetros	102
7.7	Cálculo de costos por tramo en \$	105
8	Formulación	106
8.1	Resolución método Húngaro	108
8.2	Resultados	113
8.3	Cálculos de resultados mediante el uso de WINQSB	114
9	Evaluación Económica del Impacto de la Propuesta	121
9.1	Asignación propuesta por método Húngaro	121
9.2	Asignación real de los recursos	122
9.3	Comparación	123
9.4	Situación Actual v/s Propuesta	123
10	Conclusiones	125

Anexos	127
Anexo 1 Nomenclatura de Actos del Servicio Nacional	127
Anexo 2 Sondeo de Combustibles	134
2.1 Sondeo al 13 de diciembre del 2010	134
2.1.1 Precios mínimos y máximos por tipo de gasolina.....	134
2.1.2 Precios mínimos y máximos de petróleo diésel y kerosén doméstico	134
2.1.3 Estaciones de Servicio con Precios mínimos de Combustibles Líquidos	135
Anexo 3 Tablas de los puntos donde se producen los Siniestros y Compañías asignadas a estos	136
3.1 Informes de Servicio clave 10-0	136
3.1.1 Ocurridos en Vivienda y Comercial Industrial.....	136
3.1.2 Compañías que acuden a siniestros del tipo Vivienda y Comercial Industrial	139
3.2 Informes de Servicio clave 10-2	142
3.2.1 Ocurridos en Vía pública y Sitio Eriazo	142
3.2.2 Ocurridos en Pastizales, Basurales y Otros	147
3.2.3 Compañías que acuden a siniestros del tipo Pastizal, Basural y Otros	153
3.3 Informes de Servicio clave 10-6	157
3.3.1 Ocurridos en Vivienda, Comercial y Vía Pública	158
3.3.2 Compañías que acuden a siniestros del tipo Vivienda, Comercial y Vía Pública	160
3.4 Informes de Servicio clave 10-8	162
3.4.1 Ocurridos en Pastizales, Basurales y Otros	162
3.4.2 Ocurridos en Vía Pública y Sitio Eriazo	168
3.4.3 Ocurridos en Vivienda, Vehículo y Comercio Indus. Edif. Pública	173
3.4.4 Compañías que acuden a siniestros del tipo Viviendas, Vehículos y Comercio Industrial y Edificación Pública	175
Anexo 4 Tablas con el detalle de cada Informe de Servicio de la muestra tomada	177
4.1 CLAVE 10-0, Fuego en Fase Inicial , de incremento o libre (enero a marzo - agosto a diciembre 2011).....	177
4.2 CLAVE 10-2, Fuego en áreas abiertas o no confinadas, públicas o privadas (mayo a agosto - noviembre a diciembre 2011).....	182
4.3 CLAVE 10-6, Accidente con Gases con gases combustibles (mayo a agosto - noviembre a diciembre 2011)	198
4.4 CLAVE 10-8, Otros servicios de emergencias o apoyo brindado (enero a marzo - septiembre a diciembre 2011).....	200
Bibliografía	202

Glosario

Asentamiento	: Es el lugar donde se establece una persona o una comunidad.
Bleve	: Una BLEVE es un tipo de explosión mecánica cuyo nombre procede de sus iniciales en inglés Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion cuya traducción sería "Expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición". La BLEVE es un caso especial de estallido catastrófico de un recipiente a presión en el que ocurre un escape súbito a la atmósfera de una gran masa de líquido o gas licuado a presión sobrecalentados.
Comandancia	: Edificio donde se hallan las oficinas de tal cargo (Comandante).
Cuartel	: Instalaciones destinadas a dar residencia a los Bomberos.
Demanda	: Cantidad de artículos que necesita recibir el destino para cumplir sus necesidades.
Diagrama de Pareto	: El principio de Pareto es también conocido como la regla del 80-20 y recibe este nombre en honor a Wilfredo Pareto, quien lo enunció por primera vez. Pareto enunció el principio basándose en el denominado conocimiento empírico. Estudió que la gente en su sociedad se dividía naturalmente entre los «pocos de mucho» y los «muchos de poco»; se establecían así dos grupos de proporciones 80-20 tales que el grupo minoritario, formado por un 20% de población, ostentaba el 80% de algo y el grupo mayoritario, formado por un 80% de población, el 20% de ese mismo algo.
Expertise	: Experiencia, pericia.
Faenadoras	: Empresas dedicadas a Matanza o sacrificio de ganado.
Hazmat	: Materiales peligrosos y artículos de visita.
Ley Marco	: Los Cuerpos de Bomberos se organizan en nuestro país bajo la figura jurídica de corporaciones de derecho privado, sin fines de lucro, dotados de personalidad jurídica. En el año 1970 se le reconoció el carácter de "servicio de utilidad pública", lo que fue ratificado por la Ley N° 18.959, de 1990, que permitió al Estado de Chile asignarle recursos anualmente para su funcionamiento y equipamiento.
Oferta	: Cantidad que representa la disponibilidad del artículo en la fuente de donde proviene.

Optimice	: Planificar una actividad para obtener los mejores resultados. En matemáticas e informática, determinar los valores de las variables que intervienen en un proceso o sistema para que el resultado que se obtiene sea el mejor posible.
Nomenclatura	: Conjunto de términos o palabras propias utilizadas en una ciencia, técnica, o especialidad, o por un autor.
Patrones	: Son la base para la búsqueda de soluciones a problemas comunes en el desarrollo del diseño
Porta Escala	: Equipo para transporte de escalas, personal y material específico montado sobre un chasis
Rodoviario	: Terminal de buses.
Siniestros	: Daño o pérdida importante de propiedades o personas a causa de una desgracia, especialmente por muerte, incendio, naufragio, choque u otro suceso parecido

Lista de Abreviaturas y Siglas

CBSB = Cuerpo de Bomberos de San Bernardo

Cía. = Compañía

FF.AA. = Fuerzas Armadas de Chile

Glp = El gas licuado del petróleo (**Glp**) es la mezcla de gases licuados presentes en el gas natural o disuelto en el petróleo. Los componentes del **Glp**, aunque a temperatura y presión ambientales son gases, son fáciles de licuar, de ahí su nombre. En la práctica, se puede decir que los **Glp** son una mezcla de propano y butano.

h = Hora

km = Kilómetro

kW = Kilo watts

l = Litro

m = Metro

ONG = Organización No Gubernamental

SID = Sistema Información de Despacho

SIG = Sistema de Información Geográfico

t =Toneladas

Lista de Figuras

Figura 4.1 - Directorio General del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo.....	28
Figura 4.2 - Localización de Compañías del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo	29
Figura 4.3 - Flujo del llamado de un Siniestro	31
Figura 4.4 - Plano referencia Región Metropolitana	39
Figura 4.5 - Formato Informe de Servicio Tipo A, INCENDIOS (Hoja anterior).....	40
Figura 4.6 - Formato Informe de Servicio Tipo A, INCENDIOS (Hoja posterior).....	41
Figura 4.7 - Formato Informe de Servicio Tipo B, RESCATE	42
Figura 5.1 - Diagrama estructura del flujo de Investigación de Operaciones.....	44
Figura 6.1 - Metodología utilizada en el estudio.....	73
Figura 7.1 - Focos de riesgo de siniestros en la comuna de San Bernardo.....	94
Figura 7.2 - Focos siniestrados y compañías, unidos con tramos rectos.....	95

Lista de Tablas

Tabla 4.1 - Dirección y especialización de compañías del cuerpo de bomberos de San Bernardo.....	29
Tabla 4.2 - Nomenclatura de actos de servicio del cuerpo de bomberos de San Bernardo CLAVE 10-0 (Fuego en fase inicial, de incremento o libre)	32
Tabla 4.3 - Nomenclatura de actos de servicio del cuerpo de bomberos de San Bernardo CLAVE 10-2 (Fuego en áreas abiertas o no confinadas, públicas o privadas)	32
Tabla 4.4 - Nomenclatura de actos de servicio del cuerpo de bomberos de San Bernardo CLAVE 10-6 (Accidentes con gases combustibles (Glp, gas natural, gas de ciudad y monóxido de carbono)).....	33
Tabla 4.5 - Nomenclatura de actos de servicio del cuerpo de bomberos de San Bernardo CLAVE 10-8 (Otros servicios de emergencia o apoyo brindado por bomberos).....	34
Tabla 4.6 - Material Mayor del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo	35
Tabla 4.7 - Resumen de valores promedio Gasolina Sector Sur año 2010	37
Tabla 4.8 - Resumen de valores promedio Petróleo Sector Sur año 2010.....	37
Tabla 4.9 - Gasto anual del combustible utilizado por el Material Mayor según periodo.....	38
Tabla 5.1 - Matriz inicial cuadrada de 3x3 (Método Húngaro o Matriz Reducida).....	48
Tabla 5.2 - Matriz inicial Ejemplo N°1 (Método Húngaro o Matriz Reducida)	48
Tabla 5.3 - Valor mínimo de cada fila (Método Húngaro o Matriz Reducida).....	49
Tabla 5.4 - Resta del valor, menos el valor mínimo de cada fila (Método Húngaro o Matriz Reducida)	49
Tabla 5.5 - Valor mínimo resultante de cada fila (Método Húngaro o Matriz Reducida)	49
Tabla 5.6 - Valor mínimo de cada columna (Método Húngaro o Matriz Reducida).....	50
Tabla 5.7 - Valor mínimo restado de cada columna (Método Húngaro o Matriz Reducida) ...	50
Tabla 5.8 - Valor mínimo resultante de cada columna (Método Húngaro o Matriz Reducida)	50
Tabla 5.9 - Ceros de la matriz (3 líneas) (Método Húngaro o Matriz Reducida)	51
Tabla 5.10 - Matriz inicial Ejemplo N°2 (Método Húngaro NO balanceado)	52
Tabla 5.11 - Conductor 4 ficticio (Método Húngaro NO balanceado)	52

Tabla 5.12 - Matriz inicial con conductor ficticio Ejemplo N°2 (Método Húngaro NO balanceado).....	53
Tabla 5.13 - Costos menores de cada fila (Método Húngaro NO balanceado).....	53
Tabla 5.14 - Costos menores restados (Método Húngaro NO balanceado)	53
Tabla 5.15 - Ceros con conductor 4 intercambiado por conductor 3 (Método Húngaro NO balanceado).....	54
Tabla 5.16 - Matriz Inicial Ejemplo N°3 (Método Húngaro NO balanceado)	55
Tabla 5.17 - Puesto ficticio (Método Húngaro NO balanceado).....	55
Tabla 5.18 - Puesto ficticio (Método Húngaro NO balanceado).....	56
Tabla 5.19 - Costo menor de cada Columna (Método Húngaro NO balanceado).....	56
Tabla 5.20 - Costo menor de cada columna restado (Método Húngaro NO balanceado).....	56
Tabla 5.21 - Ceros de la matriz (3 líneas) (Método Húngaro NO balanceado)	57
Tabla 5.22 - Costo menor no marcado restado a los valores no marcados (Método Húngaro NO balanceado).....	57
Tabla 5.23 - Suma de costo menor a la intersección de celdas (Método Húngaro NO balanceado).....	58
Tabla 5.24 - Ceros con candidato 3 intercambiado por el candidato 4 (Método Húngaro NO balanceado).....	58
Tabla 5.25 - Matriz Inicial Ejemplo N°4 (Método de la esquina noroccidental)	59
Tabla 5.26 - Matriz De Costos Unitarios de transporte (Método de la esquina noroccidental)	61
Tabla 5.27 - Matriz De Flujos de transporte (Método de la esquina noroccidental)	61
Tabla 5.28 - Matriz Balanceada (Método de la esquina noroccidental)	62
Tabla 5.29 - Solución básica-factible (Método de la esquina noroccidental)	62
Tabla 5.30 - Tabla Inicial Ejemplo N°6 requerimientos, costos y disponibilidades (Método de aproximación de Vogel)	65
Tabla 5.31 - Primera tabla (Método de aproximación de Vogel).....	66
Tabla 5.32 - Segunda tabla (Método de aproximación de Vogel).....	66
Tabla 5.33 - Tercera tabla (Método de aproximación de Vogel).....	67

Tabla 5.34 - Cuarta tabla (Método de aproximación de Vogel)	67
Tabla 5.35 - Quinta tabla (Método de aproximación de Vogel).....	68
Tabla 5.36 - Solución final (Método de aproximación de Vogel).....	68
Tabla 5.37 - Tabla inicial Ejemplo N°7, Costo Asociado al envío de suministro (por millón de KW) (Método de Programación Lineal)	69
Tabla 5.38 - Resultado de la solución óptima del modelo mediante WinQSB (Método de Programación Lineal).....	71
Tabla 5.39 - Resultado Solución Óptima Alternativa del modelo (Método de Programación Lineal).....	72
Tabla 7.1 - Clasificación de Siniestros según horario.....	75
Tabla 7.2 - Resumen de Siniestros según horario	76
Tabla 7.3 - Pareto Clasificación de Siniestros Según Periodo.....	77
Tabla 7.4 - Pareto Resumen Clasificación de Siniestros Según Periodo.....	77
Tabla 7.5 - Cantidad de llamadas por tipo de siniestro del periodo en estudio	79
Tabla 7.6 - Pareto “Clasificación de Siniestros según Clave de Llamados de Comandancia, del periodo en estudio”	80
Tabla 7.7 - Pareto Resumen “Clasificación de Siniestros Según Clave de Llamados de Comandancia, del periodo en estudio”	80
Tabla 7.8 - Pareto “Clasificación de Siniestros Clave 10-2, del periodo en estudio”	82
Tabla 7.9 - Pareto Resumen “Clasificación de Siniestros Clave 10-2, del periodo en estudio”	83
Tabla 7.10 - Pareto “Clasificación de Siniestros Clave 10-0, del periodo en estudio”	85
Tabla 7.11 - Pareto Resumen “Clasificación de Siniestros Clave 10-0, del periodo en estudio”	86
Tabla 7.12 - Pareto “Clasificación de Siniestros Clave 10-6, del periodo en estudio”	88
Tabla 7.13 - Pareto Resumen “Clasificación de Siniestros Clave 10-6, del periodo en estudio”	89
Tabla 7.14 - Pareto “Clasificación de Siniestros Clave 10-8, del periodo en estudio”	91
Tabla 7.15 - Pareto Resumen “Clasificación de Siniestros Clave 10-8, del periodo en estudio”	92

Tabla 7.16 - Distancias en línea recta desde compañías a focos siniestrados (km).....	96
Tabla 7.17 - Factor de complejidad de las rutas (Fc)	96
Tabla 7.18 - Distancia con Factor de complejidad de las rutas (km) ($D_{f(C-F)}$)	97
Tabla 7.19 - % estimados de tramos en carretera y ciudad de la ruta. Mejor alternativa a Padre Hurtado / El Mariscal	98
Tabla 7.20 - % estimados de tramos en carretera y ciudad de la ruta. Mejor alternativa a Padre Hurtado / Lo Blanco.....	99
Tabla 7.21 - % estimados de tramos en carretera y ciudad de la ruta. Mejor alternativa a San Francisco / Santa Teresa.....	99
Tabla 7.22 - % estimados de tramos en carretera y ciudad de la ruta. Mejor alternativa a Santa Marta / Los Pétalos.....	100
Tabla 7.23 - % estimados de tramos en carretera y ciudad de la ruta. Mejor alternativa a Parque Industrial Puerta Sur.....	100
Tabla 7.24 - % estimados de tramos en carretera y ciudad de la ruta. Mejor alternativa a Mall Plaza Sur	101
Tabla 7.25 - Distancias con % aplicado a los tramos de carretera y ciudad Padre Hurtado / El Mariscal	102
Tabla 7.26 - Distancias con % aplicado a los tramos de carretera y ciudad Padre Hurtado / Lo Blanco	102
Tabla 7.27 - Distancias con % aplicado a los tramos de carretera y ciudad San Francisco / Santa Teresa.....	103
Tabla 7.28 - Distancias con % aplicado a los tramos de carretera y ciudad Santa Marta / Los Pétalos	103
Tabla 7.29 - Distancias con % aplicado a los tramos de carretera y ciudad Parque Industrial Puerta Sur	103
Tabla 7.30 - Distancias con % aplicado a los tramos de carretera y ciudad Mall Plaza Sur	103
Tabla 7.31 - Tabla Final Reducida (km).	104
Tabla 7.32 - Distancias en (km)	105
Tabla 7.33 - Combustible necesario por tramo en litros (l)	105
Tabla 7.34 - Costo combustible tramo ida en (\$).....	106
Tabla 7.35 - Costo combustible tramo ida y vuelta en (\$)	106

Tabla 8.1 - Tabla final balanceada (km).....	108
Tabla 8.2 - Menores valores de cada fila	109
Tabla 8.3 - Tabla Final Reducida (menor valor de cada fila)	109
Tabla 8.4 - Tabla Final Reducida menos el menor valor de la fila	110
Tabla 8.5 - Menores Valores de cada columna	110
Tabla 8.6 - Tabla Final Reducida (menor valor de cada columna)	111
Tabla 8.7 - Tabla Final Reducida menos el menor valor de la columna	111
Tabla 8.8 - Tabla Final ceros seleccionados	112
Tabla 8.9 - Tabla Final Valores óptimos seleccionados	112
Tabla 8.10 - Tabla final balanceada para WINQSB (km).....	114
Tabla 9.1 - Valores óptimos seleccionados mediante el método Húngaro	121
Tabla 9.2 - Propuesta Costo combustible tramo ida y vuelta en (\$)	122
Tabla 9.3 - Asignación Real del recurso en el periodo en estudio	122
Tabla 9.4 - Situación actual en tiempo (min).....	123
Tabla 9.5 - Propuesta en Distancia (km).....	124
Tabla 9.6 - Propuesta en Tiempo (min).....	124
Tabla A.1.1 - Nomenclatura y Claves de servicios bomberiles.....	127
Tabla A.2.1 - Precios de la gasolina por litro	134
Tabla A.2.2 - Precios de combustibles por litro (petróleo y kerosene)	134
Tabla A.2.3 - Muestra de estaciones de servicios y sus precios	135
Tabla A.3.1 - Siniestros ocurridos en Vivienda y Comercial Industria.....	136
Tabla A.3.2 - Compañías que acuden a siniestros del tipo Vivienda y Comercial Industrial	13939
Tabla A.3.3 - Siniestros Ocurridos en Vía pública y Sitio Eriazo	142
Tabla A.3.4 - Siniestros ocurridos en Pastizales, Basurales y Otros	14747
Tabla A.3.5 - Compañías que acuden a siniestros del tipo Pastizal, Basural y otros.....	153

Tabla A.3.6 - Siniestros ocurridos en Vivienda, Comercial y Vía Pública	1588
Tabla A.3.7 - Compañías que acuden a siniestros del tipo Vivienda, Comercial y Vía Pública	1600
Tabla A.3.8 - Siniestros ocurridos en Pastizales, Basurales y Otros	1622
Tabla A.3.9 - Siniestros ocurridos en Vía Pública y Sitios eriazo	168
Tabla A.3.10 - Siniestros ocurridos en Viviendas, Vehículos y Comercio Indus. Edif. Pública	173
Tabla A.3.11 - Compañías que acuden a siniestros del tipo Viviendas, Vehículos y Comercio Industrial y Edificación Pública.....	175
Tabla A.4.1 - Tabla resumen clave 10-0 (4.1-A).....	177
Tabla A.4.2 - Continuación tabla resumen clave 10-0 (4.1-A)	177
Tabla A.4.3 - Tabla resumen clave 10-0 (4.1-B).....	179
Tabla A.4.4 - Continuación tabla resumen clave 10-0 (4.1-B)	180
Tabla A.4.5 - Tabla resumen clave 10-0 (4.1-C)	181
Tabla A.4.6 - Continuación tabla resumen clave 10-0 (4.1-C).....	181
Tabla A.4.7 - Tabla resumen clave 10-2 (4.2-A).....	182
Tabla A.4.8 - Continuación tabla resumen clave 10-2 (4.2-A)	183
Tabla A.4.9 - Tabla resumen clave 10-2 (4.2-B).....	184
Tabla A.4.10 - Continuación tabla resumen clave 10-2 (4.2-B).....	185
Tabla A.4.11 - Tabla resumen clave 10-2 (4.2-C)	186
Tabla A.4.12 - Continuación tabla resumen clave 10-2 (4.2-C).....	187
Tabla A.4.13 - Tabla resumen clave 10-2 (4.2-D)	188
Tabla A.4.14 - Continuación Tabla resumen clave 10-2 (4.2-D).....	189
Tabla A.4.15 - Tabla resumen clave 10-2 (4.2-E).....	190
Tabla A.4.16 - Continuación tabla resumen clave 10-2 (4.2-E).....	191
Tabla A.4.17 - Tabla resumen clave 10-2 (4.2-F).....	192

Tabla A.4.18 - Continuación tabla resumen clave 10-2 (4.2-F)	193
Tabla A.4.19 - Tabla resumen clave 10-2 (4.2-G)	194
Tabla A.4.20 - Continuación tabla resumen clave 10-2 (4.2-G).....	195
Tabla A.4.21 - Tabla resumen clave 10-2 (4.2-H)	196
Tabla A.4.22 - Continuación tabla resumen clave 10-2 (4.2-H).....	197
Tabla A.4.23 - Tabla resumen clave 10-6 (4.3-A).....	198
Tabla A.4.24 - Continuación tabla resumen clave 10-6 (4.3-A)	199
Tabla A.4.25 - Tabla resumen clave 10-6 (4.4-A).....	200
Tabla A.4.26 - Continuación tabla resumen clave 10-6 (4.4-A)	201

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Resumen de Siniestros según horario	76
Gráfico 2 - Diagrama de Pareto “Clasificación de Siniestros Según Periodo”	78
Gráfico 3 - Diagrama de Pareto “Clasificación de Siniestros Según Clave de Llamado de Comandancia, del periodo en estudio”	81
Gráfico 4 - Diagrama de Pareto “Clasificación de Siniestros Clave 10-2, del periodo en estudio”	84
Gráfico 5 - Diagrama de Pareto “Clasificación de Siniestros Clave 10-0, del periodo en estudio”	87
Gráfico 6 - Diagrama de Pareto “Clasificación de Siniestros Clave 10-6, del periodo en estudio”	90
Gráfico 7 - Diagrama de Pareto “Clasificación de Siniestros Clave 10-8, del periodo en estudio”	93

Lista de Fotografías

Fotografía 4.1 - Centro Operativo Cuerpo de Bomberos de San Bernardo	31
Fotografía 4.2 - Material B-1 (Carro Bomba).....	36
Fotografía 4.3 - Material Q2 (Carro Porta Escala).....	36
Fotografía 4.4 - Material H-3 (Unidad HAZ-MAT).....	36

Lista de Imágenes

Imagen 5.1 - Representación gráfica del problema (Método de Programación Lineal).....	70
Imagen 5.2 - Representación gráfica de la solución óptima (Método de Programación Lineal)	72
Imagen 8.1 - Módulos del programa “WINQSB”	115
Imagen 8.2 - Pantalla inicial de módulo “NETWORK MODELING”	115
Imagen 8.3 - Pantalla “NET Problem Specification”	116
Imagen 8.4 - Pantalla “NET Problem Specification” (Opción “Assignment Problem”).....	116
Imagen 8.5 - Pantalla “NET Problem Specification” (Minimization y Spreadsheet Matrix Form)	117
Imagen 8.6 - Pantalla “NET Problem Specification” (Valores en campos Number of Objects y Number of Assignments)	117
Imagen 8.7 - Tabla de datos 5x5	118
Imagen 8.8 - Ingreso de “Node Name”	118
Imagen 8.9 - Datos reales de “Node Name”	119
Imagen 8.10 - Tabla con los datos reales del problema	119
Imagen 8.11- Resultado de asignación de recursos mediante WINQSB para el caso del Cuerpo de Bombero de San Bernardo	120
Imagen 8.12 - Diagrama y resultado final de asignación del problema del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo.....	120

Lista de Inecuaciones

Inecuación 5.1 - Restricciones de oferta o disponibilidad (signo \leq)	70
Inecuación 5.2 - Restricciones de demanda (signo \geq).....	70

Lista de Ecuaciones

Ecuación 4.1 - Costo Anual de petróleo del Material Mayor	37
Ecuación 4.2 - Costo Anual de Gasolina del Material Mayor.....	37
Ecuación 5.1 - Costo total de la asignación	46
Ecuación 5.2 - Función Objetivo Z_{MAX}	71
Ecuación 7.1 - Cálculo de distancia (con Factor de Complejidad).....	97
Ecuación 7.2 - Cálculo de distancia en km en Ciudad (con Factor de Complejidad).....	102
Ecuación 7.3 - Cálculo de distancia en Km en Carretera (con Factor de Complejidad).....	102
Ecuación 7.4 - Distancia Real de Compañía a Siniestro	104
Ecuación 7.5 - Combustible necesario por tramo en litros (l)	105
Ecuación 7.6 - Costo combustible tramo ida (\$).....	106

Lista de Ejemplos

Ejemplo N° 1 Método Húngaro o Matriz Reducida	48
Ejemplo N° 2 Método Húngaro NO balanceado	52
Ejemplo N° 3 Método Húngaro NO balanceado	55
Ejemplo N° 4 Método de la esquina noroccidental	59
Ejemplo N° 5 Método de la esquina noroccidental	61
Ejemplo N° 6 Método de aproximación de Vogel	65
Ejemplo N° 7 Método de Programación Lineal	69

Resumen

El trabajo realizado, se desarrolló con la información entregada por el área servicios logísticos del departamento "Gestión de Despacho" del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo. El problema identificado, es la falta de un modelo que permita la asignación óptima de los recursos ante ocurrencia de siniestros, planteándose como objetivo general, el problema de Asignación de recursos para acceder a siniestros en los puntos más críticos de la comuna, optimizando los recursos existentes.

En el presente trabajo de título, se propone un modelo de asignación de recursos, específicamente, los recursos del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, para lo cual se detallará la información de los datos de cada siniestro ocurrido en la comuna de San Bernardo, en el periodo diciembre 2010 - noviembre 2011.

Apoyado con herramientas como Diagramas de Pareto, se pudo obtener, qué tipo de siniestros eran los más recurrentes (Estructuras varias, Pastizales, Gases y otros), además del lugar específico donde se localizan la mayor cantidad de ellos, definiéndose con esto, 3 puntos críticos en la comuna de San Bernardo. A los tres puntos señalados anteriormente se agregaron dos focos más, por considerarse que son puntos que no fueron detectados en la revisión de las tablas de siniestros, pero en caso de que se produjera un siniestro, sería de alta complejidad para bomberos, estos son Mall Plaza Sur y Parque Industrial Puerta Sur. Por no ser tramos rectos, también se detalla cuáles fueron los factores de complejidad definidos respecto a los tramos recorridos, ya sea por el tipo de recorrido (ciudad o carretera) y los porcentajes de carretera o ciudad por el que circulan. Todo lo anterior, para tener una mejor adaptación de las distancias reales y los factores que complejizan el tramo entre el cuartel y el lugar del siniestro y que no son los reales en terreno.

Finalmente, con la información recopilada, se construyó un modelo de asignación de recursos, que se pudo validar con el apoyo del programa WINQSB.

Los resultados obtenidos, permiten validar, que las rutas tomadas por bomberos actualmente, coinciden con el modelo de asignación desarrollado para este trabajo de titulación.

Sin embargo, con el presente trabajo de titulación, el cuerpo de bomberos de San Bernardo, contará con un modelo de asignación formal, adaptable de acuerdo a las necesidades, tales como cambios de lugares de los cuarteles y nuevos potenciales focos de siniestros.

1 Introducción

Actualmente, los altos niveles de expansión de los asentamientos y desarrollos urbanos, ha traído consigo riesgos asociados a mayor siniestralidad debido a conexiones eléctricas de mala calidad o en precarias condiciones, accidentabilidad vehicular en altos niveles, catástrofes naturales no predecibles, etc., lo que hace fundamental, que todos los procesos de respuesta ante cualquier siniestro, se realicen con un protocolo establecido, para lo que se requiere implementar, nuevos procedimientos y tecnologías.

La selección oportuna y acertada del recurso para despachar a un siniestro específico, en el caso de los cuerpos de bomberos, es una acción muy importante dentro de las buenas prácticas. Conlleva una pronta respuesta y por consiguiente la disminución de los riesgos derivados de los siniestros (muertes, heridos, daños inmuebles mayores, contaminación derivada del humo que se emite en un siniestro, entre otros).

El objetivo de este trabajo de título, es el de asignar óptimamente los recursos existentes, de esta manera minimizar los tiempos de respuestas, por ende recorrer menores distancias, que finalmente conlleva a un menor costo, utilizando para ello, el problema de asignación, con el que se podrá asignar eficientemente a las 7 compañías de bomberos de la comuna de San Bernardo, a su respectivo punto siniestrado.

La solución a desarrollar, es para el Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, fundado en el año 1903 y compuesto por siete compañías, localizadas en diferentes puntos de la comuna.

En la actualidad, el proceso de guía del material mayor (carro bombas, ambulancias, porta escalas, mini buses, entre otros) desde su origen hasta el lugar del siniestro, está siendo realizado de acuerdo al criterio del personal a cargo, usando las vivencias de los voluntarios y centralistas o simplemente intuitivamente, lo que se traduce en una asignación que no garantiza el buen uso de los recursos.

Existen varios modelos de asignación, que se adecuan dependiendo del problema, al revisar la literatura existente, se pudo observar que el que se adapta al problema propuesto, es el método Húngaro.

El servicio de respuesta ante siniestros que realiza el Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, se inicia con la llamada generada por la ciudadanía a la central telefónica de la comandancia del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo o al número 132, donde se informa el lugar donde se está iniciando o produciendo un siniestro.

2 Planteamiento del Problema

2.1 Formulación del Problema

El cuerpo de bomberos de la comuna de San Bernardo, se encuentra circunscrito en la ciudad de Santiago, dentro de la región metropolitana y corresponde a una comuna de gran dimensión, con un alto índice de asentamiento urbano. Lo anterior implica que deben concurrir a una gran cantidad de siniestros, a los que actualmente se dirigen sin patrones definidos, asignando rutas y recursos dependiendo de la compañía que se encuentre disponible, por repetición o simplemente por vivencias de los encargados, esto debido a que no cuentan con una metodología que sea la que asigne automáticamente y de forma óptima a la compañía que será la encargada de acudir a un definido siniestro en una ubicación determinada.

Al momento de asignar los recursos, no se puede verificar que lo seleccionado sea lo que más optimice los recursos disponibles, el tiempo de respuesta y los costos generados, a la hora de acudir a una emergencia. El punto central de este estudio, es que se optimice la respuesta ante un siniestro, minimizando para esto los tiempos de llegada, permitiendo que cada siniestro sea socorrido a la mayor brevedad, implicando esto, que los daños producidos, sean lo menor tanto en desgracias materiales como personales.

Para poder conocer el problema en detalle, estas preguntas pueden servir de apoyo:

¿Cómo se elige actualmente el recurso que se enviará a un siniestro?

Actualmente, la forma de asignar el recurso, es como se señaló anteriormente, por repetición o simplemente por vivencias de los encargados de esta etapa.

¿Los recursos que se asignan actualmente cumplen con optimizar el resultado?

No hay parámetros, ni instrumentos que puedan medirlo, para poder comparar los resultados.

¿Existe algún patrón o sistema que seleccione el mejor recurso para enviar a los puntos más críticos de siniestros en San Bernardo?

Actualmente, no existen sistemas que asignen recursos. Sólo existe un Sistema de información Geográfico SIG que posee la base de datos de las calles, los grifos y puntos característicos, que sirven para agilizar y optimizar el trabajo de los bomberos.

¿Existe algún patrón o sistema en otro cuerpo de bomberos de otra comuna?

Se envió correos a todos los cuerpos de bomberos de Chile, solicitando información de la existencia de algún modelo que utilicen, aquellos que contestaron, indicaron que no contaban con tales modelos, pero el Cuerpo de Bomberos de Santiago si utiliza actualmente, un sistema de guía de los carros, para optimizar la mejor ruta a seguir, mediante utilización del sistema satelital GPS, pero no de asignación del recurso.

2.2 Delimitación del Problema

El trabajo de titulación se realizará para el Cuerpo de Bomberos de la comuna de San Bernardo, Ciudad Santiago, Región Metropolitana, para los siniestros ocurridos en el periodo diciembre 2010 a noviembre 2011, por lo que el plazo estimado de duración de este estudio es de 9 meses aproximadamente.

Este proyecto, tiene como finalidad, crear la propuesta para resolver el problema de asignación de los recursos, del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, de manera que concurran con mayor rapidez, a la respuesta de siniestros, con un patrón preestablecido.

La ventaja de lo que se propone, es que a la hora de asignar los recursos y derivar a una compañía, este sea un proceso automatizado, no influenciado por terceros, rápido y confiable, que minimizará tiempos valiosos para la respuesta que pretende dar el Cuerpo de bomberos de San Bernardo

Este modelo, es adaptable a los cambios que puedan irse produciendo tanto en la localización de cada cuartel (cambios de estos), como en los nuevos puntos siniestros que se puedan ir observando que son de importancia para que el Cuerpo de Bomberos de San Bernardo los tenga contemplados.

Además, el modelo impacta positivamente en los costos, ya que al descubrir cuáles son los puntos más críticos y las compañías que deben concurrir a dichos puntos, este valida previamente el costo que generará el mover un vehículo de un lugar a otro.

Otro aporte de este proyecto, es que luego del análisis realizado, se pudo obtener, los tipos de siniestros más repetidos, la respectiva frecuencia, los horarios en que se producen y la ubicación de estos, siendo esta información, de utilidad tanto para el Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, como para el Municipio y organizaciones que requieran esta información, para así de esta forma poder llevar un catastro de sectores vulnerables, para que sean analizados y estudiados por las organizaciones correspondientes.

3 Objetivos

3.1 Objetivo General

El objetivo de este trabajo de título, es el de realizar una propuesta para la solución de un problema de asignación de recursos, para acceder a siniestros en los puntos más críticos de la comuna, optimizando los recursos existentes, caso Cuerpo de Bomberos de San Bernardo.

3.2 Objetivos Específicos

- a) Analizar la situación actual.
- b) Levantar los parámetros necesarios para la propuesta de una solución al problema de asignación.
- c) Construir el modelo de asignación.
- d) Resolver y ajustar el problema de asignación.
- e) Validar la propuesta del problema de asignación.
- f) Modelo sea adaptable a cambios futuros.
- g) Evaluar el impacto económico de la propuesta.

4 La Organización

4.1 Descripción del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo

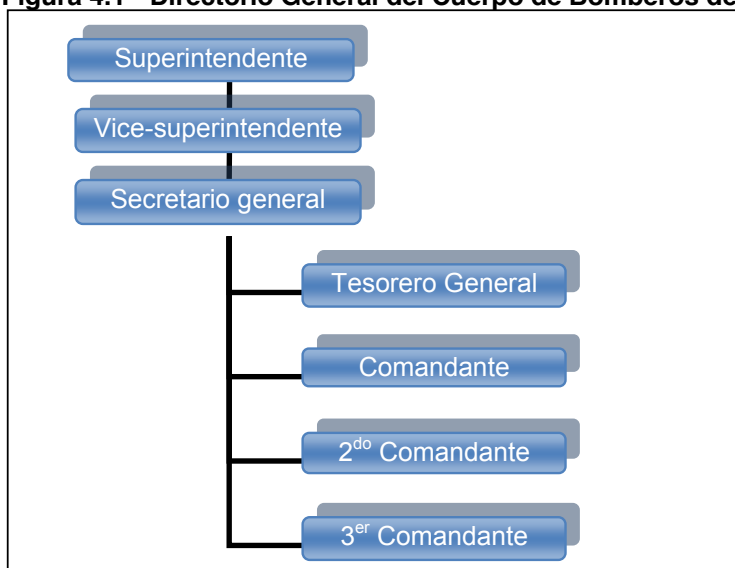
La fundación del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, data del 20 de diciembre de 1903, por un grupo de los vecinos del pueblo. Su primer Cuartel se localizó en la calle Covadonga esquina de Bulnes. Es el segundo cuerpo más antiguo de la región metropolitana. Atiende a una población de 246.762 habitantes aproximadamente¹.

La función de cada cuerpo de bombero de nuestro país según lo que describe la ley marco es “Atender, gratuita y voluntariamente, las emergencias causadas por la naturaleza o el ser humano”, tales como incendios, accidentes de tránsito u otros.

4.2 Distribución Organizacional del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo

El actual directorio general del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, está organizado como se observa en la Figura 4.1:

Figura 4.1 - Directorio General del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo



Fuente: Elaboración propia

¹ Página web (<https://www.sanbernardo.cl/contenidos/nuestra.comuna/nuestra.comuna.informacion.comunal.html>) [2016]

El Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, actualmente lo componen las 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª y 7ª compañías. Cada una de estas con diferentes especializaciones, lo que significa que algunas están mayormente capacitadas ya sea para incendios, rescates en alturas, rescates bajo agua, emergencias químicas, etc., lo que es de suma importancia, a la hora de designar a una compañía para dirigirse a un siniestro con características definidas. La especialización y dirección de cada una de las compañías, se detallan en la Tabla 4.1:

Tabla 4.1 - Dirección y especialización de compañías del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo

Cía.	Dirección	Especialización
1ª	Freire N°629	Agua
2ª	Freire N°623	Hacha y Escala
3ª	Urmeneta N°487	Agua y Hazmat
4ª	Av. Central N°537	Agua y Rescate
5ª	Av. Portales 4459	Agua y Unidad Forestal
6ª	Martín de Solís N°14.131	Agua y Rescate
7ª	Las Acacias N°3115	Agua

Fuente: Cuerpo de Bomberos de San Bernardo

De acuerdo a la información detallada en la Tabla 4.1, esta información fue llevada a la aplicación tecnológica web “Google Maps” Figura 4.2, donde se ancló en primer lugar la ubicación de cada compañía de bomberos, para luego del análisis de la información recopilada, posicionar de igual forma, los datos de los siniestros más representativos de la comuna, para ser la base de apoyo en la obtención de coordenadas y distancias, que finalmente aportará en la generación del modelo.

Figura 4.2 - Localización de Compañías del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo



Fuente: Elaboración propia

4.3 Comandancia del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo

El edificio donde se encuentra la "Comandancia" del cuerpo de bomberos de San Bernardo, se localiza en el centro histórico de la comuna de San Bernardo, específicamente en la calle Covadonga N°459. Es en este edificio donde se encuentra el centro neurálgico de las operaciones de este cuerpo de bomberos.

Dentro de la Comandancia, se encuentra la Central de Emergencias y Rescates, que es el centro operativo donde se reciben cada uno de los llamados de emergencia de la ciudadanía.

La función de la central, es la de recibir los llamados, designar y dirigir a las compañías al lugar del siniestro.

Es operada por centralistas que poseen conocimientos específicos con respecto a la función asignada. Por ser un servicio continuo 24 horas, los 7 días de la semana, 365 días al año, deben contar con turnos, los que son de 8 horas cada uno. Cuentan con 3 centralistas, quienes realizan estos turnos y existe una cuarta quien supe fines de semanas, feriados, ausencias y licencias.

Los turnos se dividen de la siguiente forma:

Centralista 1: 08:00 a 14:00 horas

Centralista 2: 14:00 a 21:00 horas

Centralista 3: 21:00 a 08:00 horas

Centralista 4: Cumple roles de reemplazos.

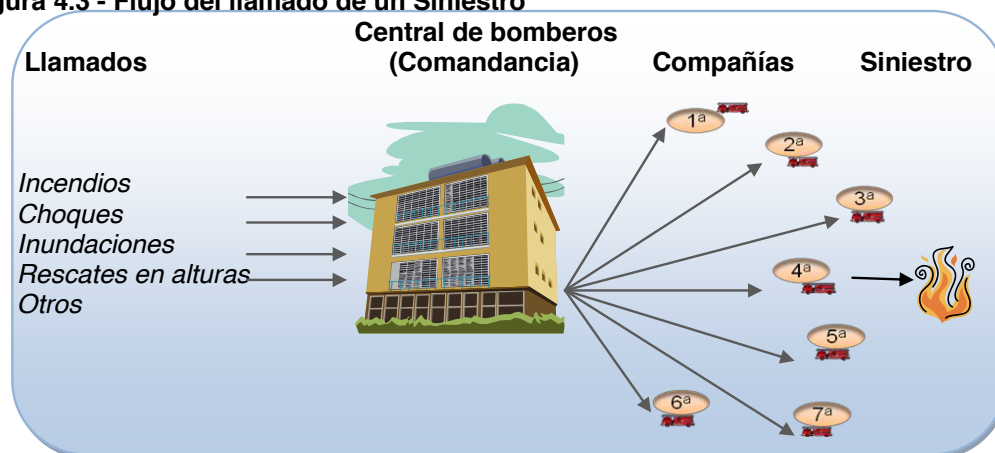
Actualmente cuenta con procesos y tecnologías que están en vías de ser modernizadas.

Hoy en día, la tecnología con la que cuentan, se compone de 4 computadores de mediana tecnología, donde se hace correr un programa diseñado especialmente para el cuerpo de bomberos de San Bernardo denominado SID (Sistema de Despacho), que no es más que un SIG (Sistema de Información Geográfico Arcview), una central de llamados y radios de comunicación internos.

El funcionamiento del Sistema de Despacho, es en base a capas, estas capas tienen informaciones como grifos aledaños a siniestros, dirección de las calles, sentido de las calles, entre otra información que es de utilidad para el servicio.

Al recibir la llamada de la comunidad, la centralista digita la dirección donde se está produciendo el siniestro en este Sistema de Despacho (SID), el sistema localiza el punto, se seleccionan las capas y estas muestran la información que necesitan los bomberos para acceder al punto siniestrado y es esta, la que se maneja para la ubicación en terreno de los carros, mangueras, etc.

Figura 4.3 - Flujo del llamado de un Siniestro



Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en el flujo de la Figura 4.3, la centralista recibe los llamados de los vecinos de la comuna, es quien en su centro de trabajo (Fotografía 4.1) pincha en el computador la dirección donde se está produciendo el siniestro, verifica en la pantalla (que es el que cuenta con la información en tiempo real de los vehículos que se encuentra disponibles para acudir al llamado) quien se encuentra disponible y conjuntamente con el proceso de verificación de estos antecedentes, ella da la alerta por micrófono a las compañías asignadas.

Fotografía 4.1 - Centro Operativo Cuerpo de Bomberos de San Bernardo



Fuente: Elaboración Propia

4.4 Tipos de Siniestros a los que acuden el Cuerpo de Bomberos de San Bernardo

La ciudadanía tiende a identificar generalmente a bomberos con el socorrer y acudir a los incendios, pero la labor de esta institución va mucho más allá. Dentro de las actividades que desarrollan son, rescates en incendios de toda índole (automovilísticos, habitacional, colegios, empresas, entre otros), trabajo con materiales peligrosos y tóxicos, visitas inspectivas y de orientación a empresas, colegios e instituciones (electricidad, vías de escape), remoción de escombros, entre otras labores que desarrollan, todas ellas denotadas por una clave específica. Estos tipos de siniestros fueron catalogados y estandarizados por la Academia Nacional de Bomberos y el listado completo de estos se visualizan en Anexo 1.

De acuerdo a la información recopilada y al trabajo que se observa en los siguientes capítulos, se pudo desprender que los 4 tipos de siniestros más repetidos dentro de la comuna son los que se detallan a continuación:

Tabla 4.1 - Nomenclatura de actos de servicio del cuerpo de bomberos de San Bernardo CLAVE 10-0 (Fuego en fase inicial, de incremento o libre)

CLAVE	ÁREA FUEGO
10-0-1	Fuego en fase inicial, de incremento o libre en el siguiente tipo de estructura
10-0-2	Fuego en base inicial en edificaciones en altura
10-0-3	Lugares con alta afluencia de público
10-0-4	Lugares con personas con movilidad restringida
10-0-5	Lugares con riesgos de incendios especiales y/o de alta carga combustible

Fuente: Academia Nacional de Bomberos de Chile

Tabla 4.2 - Nomenclatura de actos de servicio del cuerpo de bomberos de San Bernardo CLAVE 10-2 (Fuego en áreas abiertas o no confinadas, públicas o privadas)

CLAVE	ÁREA FUEGO
10-2-1	Pastizales urbanos
10-2-2	Pastizales rurales
10-2-3	Plantación agrícola
10-2-4	Parques nacionales
10-2-5	Interface (bosque población)
10-2-6	Micro basurales
10-2-7	Desechos, escombros
10-2-8	Bosques (árboles, matorrales)
10-2-9	Vertedero o rellenos sanitarios
10-2-10	Bien de uso público (paraderos, ornamentación, luminarias, otros)

Fuente: Academia Nacional de Bomberos de Chile

Tabla 4.3 - Nomenclatura de actos de servicio del cuerpo de bomberos de San Bernardo CLAVE 10-6 (Accidentes con gases combustibles (Glp, gas natural, gas de ciudad y monóxido de carbono))

CLAVE	ÁREA FUEGO
10-6-1	Gas licuado de petróleo propano butano desde cilindros portátiles
10-6-2	Gas licuado de petróleo propano butano desde estanques fijos
10-6-3	Gas licuado de petróleo propano butano desde camión a granel.
10-6-4	Gas natural desde una instalación domiciliaria.
10-6-5	Gas natural desde una instalación industrial.
10-6-6	Gas natural desde cañería en vía pública o gaseoducto.
10-6-7	Gas de ciudad desde instalaciones domiciliarias.
10-6-8	Gas de ciudad desde instalaciones industriales.
10-6-9	Gas de ciudad desde cañería o gas de ciudad en vía pública.
10-6-10	Presencia de monóxido carbono en interior de domicilio.
10-6-11	Presencia de monóxido carbono en interior de industria u oficina.
10-6-12	Emergencias de vehículos propulsados a gases combustibles.
10-6-13	Emergencia con gases desde alcantarillas derivadas del petróleo u orgánicas.
10-6-14	Explosión de cilindros con gases comprimidos.
10-6-15	Explosión de vapores en expansión de un líquido en ebullición (bleve).
10-6-16	Explosión por combustión (individualizar material generador de calor en la explosión).

Fuente: Academia Nacional de Bomberos de Chile

Tabla 4.4 - Nomenclatura de actos de servicio del cuerpo de bomberos de San Bernardo CLAVE 10-8 (Otros servicios de emergencia o apoyo brindado por bomberos).

CLAVE	ÁREA FUEGO
10-8-1	Abrir casa habitación 1 piso.
10-8-2	Abrir casa habitación más de 1 piso.
10-8-3	Abrir departamento u oficina de 1° a 5° piso.
10-8-4	Abrir departamento u oficina de 6° a 10° piso.
10-8-5	Abrir departamento u oficina de 11° a 15° piso.
10-8-6	Abrir departamento u oficina de 16° a 20° piso.
10-8-7	Abrir departamento u oficina de 21° hacia arriba.
10-8-8	Provisión de agua potable.
10-8-9	Provisión de electricidad con generadores.
10-8-10	Asistencia preventiva con vehículo contra incendio.
10-8-11	Asistencia preventiva de vehículo de rescate.
10-8-12	Asistencia preventiva de vehículo Hazmat.
10-8-13	Trabajo en altura mayor a 10 m.
10-8-14	Trabajo en altura menor a 10 m (Colocar driza o similar).
10-8-15	Rastreo de personas en sectores rurales / urbano.
10-8-16	Rastreo de personas bajo el agua (trabajo sub-acuático).
10-8-17	Rastreo de personas superficial en cauces de aguas abiertas.
10-8-18	Recuperación de cadáveres.
10-8-19	Instrucción, asesorías, capacitación a terceros o Internas.
10-8-20	Academias, guardias nocturnas, diurnas, desfiles, campañas económicas, reuniones.
10-8-21	Caída de árboles.
10-8-22	Voladuras de techo o temporales de vientos.
10-8-23	Extracción de agua por inundación.
10-8-24	Rescate de animales.
10-8-25	Evacuación del cuerpo hacia otro lugar.
10-8-26	Operativo plan integral de seguridad escolar.
10-8-27	Despeje de calles.
10-8-28	Aterrizajes de helicópteros.
10-8-29	Lavado de carretera (derrames, accidentes, etc.).
10-8-30	Respuesta preventiva a atentados
10-8-31	Respuesta operativa a atentados

Fuente: Academia Nacional de Bomberos de Chile

4.5 Material mayor utilizado por el Cuerpo de Bomberos de San Bernardo

El material mayor del cuerpo de bomberos de San Bernardo contempla, Carros Bomba, Camionetas, Buses, Ambulancias, Porta Escala. Cada compañía cuenta con cierta cantidad de estos. El detalle se puede visualizar en la Tabla 4.6.

Tabla 4.5 - Material Mayor del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo

Material	Identificación	Compañías							Comand.
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	
B-1	Carro Bomba	x							
X-1	Unidad de comando y telecomunicaciones	Actualmente fuera de servicio							
R-2	Unidad de Rescate Vehicular	Actualmente fuera de servicio							
BX-2	Carro Bomba Segundo Socorro	Actualmente fuera de servicio							
B-3	Carro Bomba			x					
H-3	Unidad HAZ-MAT			x					
X-3	Unidad de Comando y Telecomunicaciones			x					
B-4	Carro Bomba				x				
J-4	Transporte de Compañía				x				
B-5	Carro Bomba					x			
S-5	Ambulancia de Bomberos					x			
H-5	Unidad HAZ-MAT					x			
B-6	Carro Bomba						x		
R-6	Unidad de Rescate Vehicular	Actualmente fuera de servicio							
B-7	Carro Bomba							x	
BX-7	Carro Bomba Segundo Socorro							x	
K-1	Transporte de Comandancia								x
LT-1	Unidad con Laboratorio Técnico								x
M-0	Mecánica								x
Z-0	Carro Cisterna	Actualmente fuera de servicio							
H-0	Unidad HAZ-MAT								x
j-0	Transporte de Compañía								x
R-4	Unidad de Rescate Vehicular				x				
Q-2	Carro Porta Escala		x						

Fuente: Elaboración Propia

Algunos de los vehículos que componen el material mayor del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo que se detalla en la tabla 4.6, se pueden visualizar en la siguiente secuencia de fotos.

Fotografía 4.2 - Material B-1 (Carro Bomba)



Fotografía 4.3 - Material Q2 (Carro Porta Escala)



Fotografía 4.4 - Material H-3 (Unidad HAZ-MAT)



4.6 Gasto del Material mayor del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, en el periodo de análisis.

Para poder calcular el gasto en que incurrió el Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, por cada material mayor, fue necesario conocer el valor tanto del petróleo como el de la gasolina del periodo en cuestión.

El promedio de los valores de la gasolina y petróleo durante el 2010, se pueden ver en las tablas N°4.7 y N°4.8 respectivamente.

Tabla 4.6 - Resumen de valores promedio Gasolina Sector Sur año 2010

Mínimo Sector Sur (\$)	Máximo Sector Sur (\$)	Promedio General GASOLINA Sector Sur (\$)
638,67	661,33	650,00

Fuente: SERNAC

Tabla 4.7 - Resumen de valores promedio Petróleo Sector Sur año 2010

Promedio General PETRÓLEO Sector sur (\$)
507,40

Fuente: SERNAC

El cálculo del costo por material mayor que se puede observar en la Tabla 4.9, se realizó apoyados de las siguientes ecuaciones:

Ecuación 4.1 - Costo Anual de petróleo del Material Mayor

$$\text{CAMM_P (\$)} = \text{VPP (\$)} * \text{PU (L)}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 4.2 - Costo Anual de Gasolina del Material Mayor

$$\text{CAMM_G (\$)} = \text{VPG (\$)} * \text{GU (L)}$$

Fuente: Elaboración propia

- CAMM_P (\$) = Costo Anual de petróleo del Material Mayor, en pesos
- CAMM_G (\$) = Costo Anual de gasolina del Material Mayor, en pesos
- VPP (\$) = Valor Promedio Petróleo, en pesos
- VPG (\$) = Valor Promedio Gasolina, en pesos
- PU (L) = Petróleo Utilizado en el periodo, en litros
- GU (L) = Gasolina Utilizada en el periodo, en litros

De acuerdo a la información de la memoria del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, durante el periodo en estudio, el material mayor, tuvo un gasto anual que se detalla en la Tabla 4.9. El cálculo fue en base al costo de combustible del periodo (Información SERNAC) y apoyados de las ecuaciones 4.1 y 4.2.

Tabla 4.8 - Gasto anual del combustible utilizado por el Material Mayor según periodo

Material	Gasto anual CBSB (Litros)		Gasto anual CBSB (Pesos) CMM		Uso
	Gasolina (l) GU	Petróleo (l) PU	Gasolina \$ CAAM_G	Petróleo \$ CAAM_P	
B-1	148,51	2523,70	96531,5	1280525,4	1
X-1	199,40	931,43	129610	472607,58	1
R-2	10,60	842,48	6890	427474,35	2
BX-2	91,40	1034,63	59410	524971,26	2
B-3	19,4	1124,466	12610	570554,05	3
H-3	75,1	2466,30	48815	1251400,6	3
X-3	20,80	488,08	13520	247651,79	3
B-4	119,22	2208,37	77493	1120526,9	4
J-4	267,098	476,77	173613,7	241913,1	4
B-5	42,53	1305,17	27644,5	662243,26	5
S-5	41,95	865,80	27267,5	439306,92	5
H-5	49,09	260,40	31908,5	132126,96	5
B-6	88,41	865,80	57466,5	439306,92	6
R-6		34,73		17622,002	6
B-7	47,65	1326,93	30972,5	673284,28	7
BX-7	46,71	323,77	30361,5	164280,9	7
K-1	686,552	1476,863	446258,8	749360,29	Comand.
LT-1		136,332		69174,857	Comand.
M-0		484,899		246037,75	
Z-0		211,44		107284,66	
H-0	686,552	504,849		256160,38	
TOTAL		\$1.716.631		\$10.093.814	

Fuente: Memoria Anual Cuerpo de Bomberos San Bernardo

4.7 Detalles de la comuna de San Bernardo

La comuna de San Bernardo, es una de las comunas con alta población dentro de la región metropolitana. Actualmente cuenta con 277.802 habitantes aproximadamente de acuerdo al censo realizado el año 2012², además de una gran cantidad de instalaciones industriales, importantes de considerar a la hora del análisis, gran cantidad de vehículos que circulan por las calles de la comuna y elevada habitabilidad poblacional, factores que hacen que se produzcan mayor cantidad de siniestros.

4.7.1 Límites comuna de San Bernardo

Figura 4.4 - Plano referencia Región Metropolitana



Fuente: Página web

Los límites comunales son: **Al norte** con la comuna de Lo Espejo, por la avenida Lo Espejo o Lo Sierra; y con la comuna de El Bosque, por la calle Lo Blanco, paradero 39 de Gran Avenida, **Al Sur** con la comuna de Buin, por el Río Maipo, **Al Este** con la comuna de El Bosque, por la calle Ochagavía y con la comuna de La Pintana, por la calle San Francisco y El Mariscal, **Al Oeste** con la comuna de Maipú, por el camino a Lonquén y la comuna de Calera de Tango, por el Cerro Chena³.

² Wikipedia, enciclopedia web [2016]

³ Información proporcionada por Marcelo Soto M. & Jonathan Martínez Geógrafo asesoría Urbana SECPLAN Municipalidad San Bernardo [2011]

4.8 Información de los informes de servicio, de siniestros ocurridos en la comuna de San Bernardo

El cuerpo de bomberos de San Bernardo, anualmente concurre a una gran cantidad de siniestros, cada uno de ellos con diferentes características (ubicación, magnitud, tipo, horario, etc.), cada uno de estos, deben ser registrados manualmente por un voluntario que es designado para tal efecto. El registro a llenar se denomina Informe de Servicio, existiendo dos formatos para estos. Uno específicamente para rescates vehiculares y el segundo para los otros tipos de siniestros. En la Figura 4.5 (Hoja Anterior) y Figura 4.6 (Hoja Posterior) se observa el formato informe de servicio tipo A, del tipo Incendios.

Cada compañía cuenta con estos documentos. Es obligatorio el llenado en cada siniestro donde se acuda.

En este documento, se debe ingresar toda la información requerida, esto, para llevar el control a nivel individual de cada siniestro, como a nivel estadístico.

Figura 4.5 - Formato Informe de Servicio Tipo A, INCENDIOS (Hoja anterior)

CUERPO DE BOMBEROS DE SAN BERNARDO COMANDANCIA						
INFORME DE SERVICIO						
SERVICIO	DIA	MES	AÑO	HORA RECEPCION	HORA LLEGADA	HORA TERMINO
DIRECCION: _____ ESQUINA: _____						CORRELATIVO GENERAL
POBL/VILLA: _____ BLOCK N°: _____ CASA/DEPTO.: _____			COMUNA: _____			
OCUPADO POR: _____ C.I. N°: _____						
<input type="checkbox"/> PROPIETARIO <input type="checkbox"/> ARRENDATARIO <input type="checkbox"/> ALLEGADO <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> GRUPO FAMILIAR <input type="checkbox"/> ADULTOS <input type="checkbox"/> NIÑOS						
CARACTERISTICAS DEL LUGAR		TIPO DE CONSTRUCCION		LUGAR DE UBICACION		
<input type="checkbox"/> VIVIENDA <input type="checkbox"/> DEPARTAMENTO <input type="checkbox"/> NEGOCIO <input type="checkbox"/> EDIF. PUBLICO <input type="checkbox"/> INDUSTRIA <input type="checkbox"/> SITIO ERIAZO <input type="checkbox"/> EST. EDUCAC. <input type="checkbox"/> VIA PUBLICA <input type="checkbox"/> VEHICULO (TIPO) _____ MARCA _____ PATENTE _____		PISOS: _____ <input type="checkbox"/> HORMIGON <input type="checkbox"/> ACERO <input type="checkbox"/> ALBAÑILERIA (LADRILLO) <input type="checkbox"/> MADERA <input type="checkbox"/> ADOBE <input type="checkbox"/> PRE-FABRICADA <input type="checkbox"/> MIXTA		PISOS: _____ <input type="checkbox"/> DORMITORIO <input type="checkbox"/> LIVING <input type="checkbox"/> COMEDOR <input type="checkbox"/> COCINA <input type="checkbox"/> BAÑO <input type="checkbox"/> BODEGA		
ORIGEN		CAUSA		DETALLE DE DAÑOS		GAS
ARTEFACTOS U OBJETO		FENOMENO O ACTO QUE ORIGINO EL FUEGO		_____ % VIVIENDA _____ % ENSERES _____ % VEHICULO _____ % _____ %		<input type="checkbox"/> CILINDRO _____ KGS. <input type="checkbox"/> ESTANQUE _____ KGS. M3 <input type="checkbox"/> CAÑERIA <input type="checkbox"/> CIUDAD <input type="checkbox"/> NATURAL <input type="checkbox"/> LICUADO CIA. DISTRIBUIDORA _____ FABRICANTE DE CILINDRO Y/O ESTANQUE _____
LESIONADOS Y/O MUERTOS				CONCURRIERON		
<input type="checkbox"/> EXPLOSIVO <input type="checkbox"/> GASES <input type="checkbox"/> LIQUIDOS <input type="checkbox"/> SOLIDOS <input type="checkbox"/> VENENO <input type="checkbox"/> RADIOACTIVOS <input type="checkbox"/> CORROSIVOS <input type="checkbox"/> OXIDANTES <input type="checkbox"/> VARIOS <input type="checkbox"/> NO CLASIFICADOS NOMBRE DE EL O LOS PRODUCTOS _____ CANTIDAD _____ OBSERVACIONES _____				<input type="checkbox"/> APOYO DE OTROS CUERPOS A CARGO: _____ PROCEDENCIA: _____ MOTIVO: _____ <input type="checkbox"/> AMBULANCIA _____ PROCEDENCIA: _____ N° DE MOVIL(ES): _____ <input type="checkbox"/> CARABINEROS A CARGO: _____ N° DE PATRULLA(S): _____ <input type="checkbox"/> OFICINA DE EMERGENCIA ASISTENTE SOCIAL: _____ <input type="checkbox"/> OTROS APOYOS (ESPECIFIQUE) _____ OFICIAL O VOLUNTARIO A CARGO _____ GRADO: _____ CIA: _____ NOMBRE: _____		

Fuente: Cuerpo de Bomberos de San Bernardo

Figura 4.7 - Formato Informe de Servicio Tipo B, RESCATE

FECHA		CARRO	
HORA DE SALIDA		HORA DE LLEGADA	
KILOMETRAJE		CLAVE SERVICIO	
DIRECCION 1		INCEINDIO N°	
DIRECCION 2		TIEMPO ESTIMADO DE USO DE HERRAMIENTAS	
PLANO UBICACION DEL LLAMADO		MOTOCALABRA	
PERSONAL A CARGO / PATENTES		MOTOSIERRA	
OFICIAL O VOLUNTARIO A CARGO DEL CUERPO		E. ELECTROGENO N° 1	
COMPANIA		E. ELECTROGENO N° 2	
OFICIAL O VOLUNTARIO A CARGO DE LA COMPANIA		E. ELECTROGENO PORTATIL	
CUARTELERO O MAQUINISTA		MATERIAL CONCURRENTE AL LLAMADO	
COMPANIA		B-1 B-3 B-4 B-5 B-6 B-7 H-3	
PERSONAL A CARGO / PATENTES		H-5 X-1 X-3 S-5 R-6 BX-7 M-0	
I-0		Z-0 H-0 LT-1 K-1	
I-1		VOLUNTARIOS OTRAS COMPANIAS	
I-2		NOMBRE Y APELLIDOS	
I-3		CIA	
CLASIFICACION		CUERPO	
ACAB. CODIGA LLAM. CODIGA FORMACION ACAB. CIA			
REUNION CIA RESCATE ABONOS OTROS			
PREINFORME DEL LLAMADO / OBSERVACIONES		N° VOL. ASST.	
NOMBRE Y FIRMA			
ELABORO EL INFORME		OFICIAL O VOLUNTARIO A CARGO DE LA COMPANIA	

Fuente: Cuerpo de Bomberos de San Bernardo

En la figura 4.7, se observa el formato informe de servicio tipo B, del tipo Rescate.

Para poder llevar a cabo el análisis, y debido a la gran cantidad de información que actualmente es registrada manualmente del periodo en cuestión (diciembre 2010-noviembre 2011), se debió tomar una muestra de 6 meses que se puede observar en bruto en el anexo 4 y detallada en el Anexo 3.

5 Marco Teórico

5.1 Investigación de Operaciones

Muchos de los problemas que se visualizan en las empresas u organizaciones, son las operaciones que desarrollan. Las del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, no son la excepción, ya que es necesario que cada operación del servicio que ellos realizan, deban ser controlada ya sea para la minimización de tiempos de respuestas o la optimización de los recursos, etc.

Las primeras actividades formales de investigación de operaciones se iniciaron en Inglaterra durante la Segunda Guerra Mundial, cuando un equipo de científicos empezó a tomar decisiones con respecto a la mejor utilización del material bélico. Como su nombre lo indica, el objetivo de esta disciplina implica “investigar sobre las operaciones”⁴.

Los datos de un modelo general de Investigación de Operaciones se organizan de la siguiente forma:

1. (Minimizar o Maximizar) **Función Objetivo**
2. Sujeto a **Restricciones**

La calidad de la solución resultante del modelo, depende de la exactitud con que este representa el sistema real. Si hay datos menores o mayores, el modelo puede no dar un resultado real.

5.1.1 Fases de un estudio de Investigación de Operaciones

1. Definición del problema de interés y recolección de datos relevantes
 - a. Definir el alcance, identificando tres elementos principales
 - i. Descripción de las alternativas
 - ii. Determinación del objetivo del estudio
 - iii. Especificación de las limitaciones bajo las cuales funciona el modelado
2. Construcción o Formulación de un modelo matemático que represente el problema
 - a. Transformación del problema en relaciones matemáticas
3. Desarrollo de un procedimiento basado en computadora para derivar una solución para el problema a partir del modelo
4. Validación o Prueba del modelo y mejoramiento de acuerdo con las necesidades
 - a. Comprobación de si el modelo realiza lo propuesto adecuadamente
5. Preparación para la aplicación del modelo prescrito por la administración.
6. Implementación de la solución
 - a. Instruir a quienes administrarán el sistema propuesto

⁴ Introducción a la Investigación de Operaciones, Novena Edición, Frederick Hillier “&” Gerald Lieberman

Figura 5.2 - Diagrama estructura del flujo de Investigación de Operaciones



Fuente: Elaboración Propia

5.1.2 Solución del modelo de Investigación de Operaciones

Todos los modelos de Investigación de Operaciones, constan de tres componentes:

- Las Variables
- El objetivo
- Las restricciones

Para poder solucionar los modelos, hay varias técnicas que se pueden aplicar.

Programación Lineal (La técnica más importante de resolución de un modelo de Investigación de Operaciones) Diseñada para modelos con Función Objetivo y restricciones lineales

Otras son:

Programación entera (Variables con valores enteros)

Programación dinámica (Problema original debe descomponerse en subproblemas más pequeños y manejables)

Programación de red (Puede modelarse como una red)

Programación No lineal (Las funciones del modelo son no lineales)

Las soluciones para estos modelos se determinan mediante algoritmos, en cambio para otros modelos matemáticos la heurística, metaheurística o reglas empíricas, por lo complejo de su desarrollo, donde no se espera un resultado definitivo, sino que el más óptimo.

5.2 Diferencias entre el Modelo de Transporte y Asignación

Las diferencias que existen entre ambas son:

1. Asocian igual número de orígenes con igual número de demandas
2. Las ofertas en cada origen es de valor uno, como lo es la demanda en cada destino.

La restricción importante para cada recurso es que será asignado a una y solo una tarea.

Los problemas de asignación son un caso particular de los problemas de transporte y constituyen la clase más sencilla de los problemas lineales, en el cual los recursos representan las fuentes y las tareas representan los destinos.

- En el problema de transporte existen m orígenes y n destinos, y el flujo se realiza desde un origen hacia cada uno de los diferentes destinos. Si en este caso permitimos el flujo en ambos sentidos (de origen a destino y destino a origen) se puede hablar de un problema de $m + n$ orígenes y $m + n$ destinos. A este tipo de problemas se les conoce con el nombre de problemas de transbordo (transshipment problems) o transporte con nodos intermedios.
- En el caso más general, cada punto origen o destino puede ser un punto de transbordo, es decir, cada origen puede evitar o transportar a otros orígenes o a distintos; y los destinos pueden transportar a su vez a otros destinos o volver a los orígenes. Un punto conserva su identidad, origen o destino, solamente cuando sea respectivamente, un punto que originalmente disponga de un suministro o un punto que tenga una demanda a satisfacer.
- En los problemas de asignación las ofertas en cada origen es de valor uno, como lo es la demanda en cada destino; una gran diferencia con respecto a los problemas de transporte.

5.3 Problema de Asignación

El problema de asignación, tuvo su origen en la revolución industrial, ya que el surgimiento de las máquinas hizo que fuera necesario asignar una tarea a un trabajador (indivisibles), de tal forma que se optimice algún objetivo. Consiste en asignar n objetos o personas a m tareas⁵.

Thomas Jefferson en 1792 lo sugirió para asignar un representante a cada estado, pero formalmente aparece este problema en 1941, cuando F.L. Hitchcock publica una solución analítica del problema, pero no es hasta 1955 cuando Harold W. Kuhn plantea el Método húngaro, que fue posteriormente revisado por James Munkres en 1957 (basado en los primeros trabajos de los matemáticos húngaros: Dénes Köning y Jenő Egervary⁶).

⁵ Introducción a la Investigación de Operaciones, Novena Edición, Frederick Hillier "&" Gerald Lieberman

⁶ Introducción a la Investigación de Operaciones, Novena Edición, Frederick Hillier "&" Gerald Lieberman

5.3.1 Características del problema de asignación

Como ya se señaló, en el problema de asignación hay en primer lugar recursos y en segundo lugar número de tareas a asignar (en nuestro caso de estudio Cuerpo de bomberos y siniestros respectivamente). Cualquier recurso puede ser asignado para desarrollar cualquier tarea, contrayendo algún costo que puede variar dependiendo del recurso y la tarea asignada.

El objetivo de la asignación, puede ser la **MAXIMIZACIÓN o MINIMIZACIÓN**, ya sea de utilidades, costos, recursos, tiempos, etc.

Propiedades que deben cumplirse:

- El número de objetos o personas es igual al número de tareas.
- A cada persona se le asigna una tarea.
- Cada tarea debe ser realizada por una sola persona.
- Existe un costo C_{ij} de asignación de la persona i a la tarea j .
- El objetivo es buscar la combinación que minimice los costos totales o maximice las rentabilidades o beneficios.

5.3.2 Construcción del modelo de asignación

Las variables que se utilizan en el modelo son Variables Binarias (Sólo toman valores 0 o 1)⁷.

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si el asignado } i \text{ realiza la tarea } j \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

Para

$i = 1, 2, \dots, n$

$j = 1, 2, 3, \dots, n$

El costo total de la asignación es igual a la suma de los productos de cada variable X_{ij} por el costo asignado C_{ij} ⁸.

Ecuación 5.1 - Costo total de la asignación

$$Z_{min} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = 1 \quad \text{Para } i = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = 1 \quad \text{Para } j = 1, 2, \dots, n$$

⁷ Antología para la Investigación de Operaciones, Investigación de Operaciones, Unidad 8, Modelo de Asignación

⁸ Antología para la Investigación de Operaciones, Investigación de Operaciones, Unidad 8, Modelo de Asignación

El modelo completo se obtiene al añadir la restricción de no negatividad y la de variables binarias:

Función minimización:

$$Z_{min} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = 1 \quad \text{Para } i = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = 1 \quad \text{Para } j = 1, 2, \dots, n$$

$X_{ij} = 1$ binarias para toda i y j
 $X_{ij} = 1 \geq 0$

Las diferencias entre un modelo de asignación y uno de transporte es que la primera trabaja con (variables binarias) y la otra con (variables enteras).

5.3.3 Métodos de resolución de problemas de asignación

Los métodos más utilizados a la hora de resolver los problemas de asignación son los siguientes:

- Método húngaro
- Método de la esquina noroccidental
- Método de aproximación de Vogel
- Oferta y demanda desiguales
- Problemas de maximización
- Problemas con asignación inaceptable
- Problema de selección
- Balanceado
- Modelo binario
- Método de Flood

En este trabajo de titulación, se estudiarán los primeros 3 y además el método de transporte, que se detallan a continuación.

5.3.4 Método Húngaro o de matriz reducida

a) Algoritmo general del método Húngaro Balanceado

Para poder desarrollar el método Húngaro, es necesario realizar una serie de pasos, que se detallan a continuación:

1^{er} Paso

- En primer lugar, se construye una tabla de $n+1$ por $n+1$ (cuadrada).
- La primera columna, sirve para colocar las etiquetas de los que se asignará.
- La primera fila, sirve para colocar las etiquetas de las tareas respectivas.
- En las intersecciones, se escribe el costo de asignación asociado.

Tabla 5.1 - Matriz inicial cuadrada de 3x3 (Método Húngaro o Matriz Reducida)

	Etiquetas de las tareas		
Qué se asignará	Costo asociado	Costo asociado	Costo asociado
	Costo asociado	Costo asociado	Costo asociado
	Costo asociado	Costo asociado	Costo asociado

Fuente: Antología para la Investigación de Operaciones, Investigación de Operaciones, Unidad 8, Modelo de Asignación

Ejemplo N° 1 Método Húngaro o Matriz Reducida

Tabla 9 - Matriz inicial Ejemplo N°1 (Método Húngaro o Matriz Reducida)

	Recursos Humanos	Facturación	Dirección
Inyección	\$5	\$8	\$9
P. matriz	\$10	\$4	\$7
Láser	\$4	\$10	\$6

Fuente: Antología para la Investigación de Operaciones, Investigación de Operaciones, Unidad 8, Modelo de Asignación

2^{do} Paso

- Se identifica el valor menor de cada una de las filas y se resta a los valores de la misma fila.

Tabla 5.3 - Valor mínimo de cada fila (Método Húngaro o Matriz Reducida)

	Recursos Humanos	Facturación	Dirección	Valor Mínimo fila
Inyección	5	8	9	5
P. matriz	10	4	7	4
Láser	4	10	6	4

Fuente: Antología para la Investigación de Operaciones, Investigación de Operaciones, Unidad 8, Modelo de Asignación

Tabla 5.4 - Resta del valor, menos el valor mínimo de cada fila (Método Húngaro o Matriz Reducida)

	Recursos Humanos	Facturación	Dirección	Valor Mínimo fila
Inyección	(5 - 5)	(8 - 5)	(9 - 5)	5
P. matriz	(10 - 4)	(4 - 4)	(7 - 4)	4
Láser	(4 - 4)	(10 - 4)	(6 - 4)	4

Fuente: Antología para la Investigación de Operaciones, Investigación de Operaciones, Unidad 8, Modelo de Asignación

Tabla 5.5 - Valor mínimo resultante de cada fila (Método Húngaro o Matriz Reducida)

	Recursos Humanos	Facturación	Dirección
Inyección	0	3	4
P. matriz	6	0	3
Láser	0	6	2

Fuente: Antología para la Investigación de Operaciones, Investigación de Operaciones, Unidad 8, Modelo de Asignación

3^{er} Paso

- Para la matriz que resulte del paso anterior, se identifica el valor menor por columna y se resta a los costos de la misma columna.⁹

Tabla 5.6 - Valor mínimo de cada columna (Método Húngaro o Matriz Reducida)

	Recursos Humanos	Facturación	Dirección
Inyección	0	3	4
P. matriz	6	0	3
Láser	0	6	2
Valor mínimo columna	0	0	2

Tabla 5.7 - Valor mínimo restado de cada columna (Método Húngaro o Matriz Reducida)

	Recursos Humanos	Facturación	Dirección
Inyección	0-0	3-0	4-2
P. matriz	6-0	0-0	3-2
Láser	0-0	6-0	2-2
Valor mínimo columna	0	0	2

Tabla 5.8 - Valor mínimo resultante de cada columna (Método Húngaro o Matriz Reducida)

	Recursos Humanos	Facturación	Dirección
Inyección	0	3	2
P. matriz	6	0	1
Láser	0	6	0

⁹ Antología para la Investigación de Operaciones, Investigación de Operaciones, Unidad 8, Modelo de Asignación

4^{to} Paso

- Se buscan los ceros de asignación que son únicos en su renglón y su columna, de manera que, si existen dos o más ceros en una sola fila o en una sola columna, éstos se marcan con dos líneas cruzadas. Los ceros de asignación generan la solución óptima del problema.
- La posición de los ceros de asignación, indican la tarea que corresponde a cada persona.
- Cuando el número de ceros de asignación sea igual al número de columnas (o filas) se ha llegado a la solución óptima.

Tabla 10 - Ceros de la matriz (3 líneas) (Método Húngaro o Matriz Reducida)

	Recursos Humanos	Facturación	Dirección
Inyección	0	3	2
P. matriz	6	0	1
Láser	0	6	0

Fuente: Antología para la Investigación de Operaciones, Investigación de Operaciones, Unidad 8, Modelo de Asignación

- 3 ceros en una tabla de 3x3, por lo tanto, es esta la solución óptima.
- Solución ÓPTIMA:

- $X_1Y_1 = (\text{Inyección a Recursos Humanos}) = 5$
- $X_2Y_2 = (\text{P. matriz a Facturación}) = 4$
- $X_3Y_3 = (\text{Láser a Dirección}) = 6$

El costo total mínimo es de $\$5 + \$4 + \$6 = \15

5^{to} Paso

- Si no es posible obtener todos los ceros de asignación con el proceso anterior, entonces se debe realizar lo siguiente:
 - a) Trazamos el menor número de líneas rectas horizontales y verticales, de tal manera que se cubran todas las entradas con un cero.
 - b) Seleccionamos el costo menor no cubierto por línea de alguna de las rectas trazadas en el inciso anterior y se lo restamos al resto de las entradas no cubiertas.
 - c) Se suman los elementos que se encuentren en el cruce de dos líneas el elemento menor seleccionado del inciso anterior.
 - d) Los elementos cruzados por una sola línea se copian en la nueva tabla.
 - e) Regresa al paso 4.

b) Algoritmo general del método Húngaro NO Balanceado

Un problema no balanceado, tiene la particularidad que la matriz, no es cuadrada, no es del tipo $n \times n$, es de $n \times m$. Pero esto se puede modificar mediante los siguientes pasos.

1. Desbalanceado por las filas

Ejemplo N° 2 Método Húngaro NO balanceado

Tabla 5.10 - Matriz inicial Ejemplo N°2 (Método Húngaro NO balanceado)

	Camión 1	Camión 2	Camión 3	Camión 4
Conductor 1	\$180	\$150	\$200	\$200
Conductor 2	\$250	\$305	\$350	\$500
Conductor 3	\$200	\$208	\$320	\$100

Fuente: Antología para la Investigación de Operaciones, Investigación de Operaciones, Unidad 8, Modelo de Asignación

Paso previo al 1^{er} Paso

- En primer lugar, debemos agregar al modelo original un nuevo conductor (una fila) para cuadrar la matriz

Tabla 5.11 - Conductor 4 ficticio (Método Húngaro NO balanceado)

	Camión 1	Camión 2	Camión 3	Camión 4
Conductor 1	\$180	\$150	\$200	\$200
Conductor 2	\$250	\$305	\$350	\$500
Conductor 3	\$200	\$208	\$320	\$100
Conductor 4	\$0	\$0	\$0	\$0

Fuente: Antología para la Investigación de Operaciones, Investigación de Operaciones, Unidad 8, Modelo de Asignación

- Posterior a esto, procedemos de la misma forma que para un modelo balanceado.

1^{er} Paso

- Construir tabla inicial del problema.

Tabla 5.12 - Matriz inicial con conductor ficticio Ejemplo N°2 (Método Húngaro NO balanceado)

	Camión 1	Camión 2	Camión 3	Camión 4
Conductor 1	\$180	\$150	\$200	\$200
Conductor 2	\$250	\$305	\$350	\$500
Conductor 3	\$200	\$208	\$320	\$100
Conductor 4	\$0	\$0	\$0	\$0

2^{do} Paso

- Se identifica el costo menor de cada una de las filas y se resta a los costos de la misma fila.

Tabla 5.13 - Costos menores de cada fila (Método Húngaro NO balanceado)

	Camión 1	Camión 2	Camión 3	Camión 4	Valor Mínimo fila
Conductor 1	\$180	\$150	\$200	\$200	\$150
Conductor 2	\$250	\$305	\$350	\$500	\$250
Conductor 3	\$200	\$208	\$320	\$100	\$100
Conductor 4	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0

Tabla 11 - Costos menores restados (Método Húngaro NO balanceado)

	Camión 1	Camión 2	Camión 3	Camión 4
Conductor 1	\$30	\$0	\$50	\$50
Conductor 2	\$0	\$55	\$200	\$250
Conductor 3	\$100	\$108	\$220	\$0
Conductor 4	\$0	\$0	\$0	\$0

3^{er} Paso

- El paso tres no es necesario, debido a que todas las columnas contienen al menos un cero que proviene de la fila ficticia.

4^{to} Paso

- Intercambiar las filas 1 con la 2 y la 3 con la 4 para obtener los ceros de asignación en la diagonal principal.

Tabla 5.15 - Ceros con conductor 4 intercambiado por conductor 3 (Método Húngaro NO balanceado)

	Camión 1	Camión 2	Camión 3	Camión 4
Conductor 2	\$0	\$55	\$200	\$250
Conductor 1	\$30	\$0	\$50	\$50
Conductor 4	\$0	\$0	\$0	\$0
Conductor 3	\$100	\$108	\$220	\$0

Fuente: Antología para la Investigación de Operaciones, Investigación de Operaciones, Unidad 8, Modelo de Asignación

- Solución ÓPTIMA:

- $X_1Y_1 =$ (El conductor 2 al camión 1) = \$250
- $X_2Y_2 =$ (El conductor 1 al camión 2) = \$150
- $X_3Y_3 =$ (El conductor 4 al camión 3) = \$0
- $X_4Y_4 =$ (El conductor 3 al camión 4) = \$100

El costo total mínimo es de $\$250 + \$150 + \$0 + \$100 = \$500$

2. Desbalanceado por las columnas

Ejemplo N° 3 Método Húngaro NO balanceado

Tabla 5.16 - Matriz Inicial Ejemplo N°3 (Método Húngaro NO balanceado)

	Programador	Analista	Supervisor
Candidato 1	\$11800	\$15000	\$20000
Candidato 2	\$12500	\$13000	\$14400
Candidato 3	\$20000	\$18000	\$23000
Candidato 4	\$18000	\$17000	\$16000

Fuente: Antología para la Investigación de Operaciones, Investigación de Operaciones, Unidad 8, Modelo de Asignación

1^{er} Paso

- Construir tabla inicial del problema.

Tabla 5.17 - Puesto ficticio (Método Húngaro NO balanceado)

	Programador	Analista	Supervisor	Puesto ficticio
Candidato 1	\$11800	\$15000	\$20000	\$0
Candidato 2	\$12500	\$13000	\$14400	\$0
Candidato 3	\$20000	\$18000	\$23000	\$0
Candidato 4	\$18000	\$17000	\$16000	\$0

Fuente: Antología para la Investigación de Operaciones, Investigación de Operaciones, Unidad 8, Modelo de Asignación

2^{do} Paso

- No se justifica realizarlo porque el costo menor de fila es cero.

Tabla 5.18 - Puesto ficticio (Método Húngaro NO balanceado)

	Programador	Analista	Supervisor	Puesto ficticio
Candidato 1	\$11800	\$15000	\$20000	\$0
Candidato 2	\$12500	\$13000	\$14400	\$0
Candidato 3	\$20000	\$18000	\$23000	\$0
Candidato 4	\$18000	\$17000	\$16000	\$0

3^{er} Paso

- Las cantidades mínimas por columnas son \$11800, \$13000, \$14400 y se restan a cada valor en la columna.

Tabla 5.19 - Costo menor de cada Columna (Método Húngaro NO balanceado)

	Programador	Analista	Supervisor	Puesto ficticio
Candidato 1	\$11800	\$15000	\$20000	\$0
Candidato 2	\$12500	\$13000	\$14400	\$0
Candidato 3	\$20000	\$18000	\$23000	\$0
Candidato 4	\$18000	\$17000	\$16000	\$0
Valor mínimo columna	\$11800	\$13000	\$14400	\$0

Tabla 5.20 - Costo menor de cada columna restado (Método Húngaro NO balanceado)

	Programador	Analista	Supervisor	Puesto ficticio
Candidato 1	\$0	\$2000	\$5600	\$0
Candidato 2	\$700	\$0	\$0	\$0
Candidato 3	\$8200	\$5000	\$8600	\$0
Candidato 4	\$6200	\$4000	\$1600	\$0

4^{to} Paso

- No es posible obtener la matriz con ceros en la diagonal, sólo tenemos 3 ceros de asignación y existen 4 columnas, por lo tanto, debemos continuar con el algoritmo.

5^{to} Paso

a) Marcar la mayor cantidad de ceros.

Tabla 5.21 - Ceros de la matriz (3 líneas) (Método Húngaro NO balanceado)

	Programador	Analista	Supervisor	Puesto ficticio
Candidato 1	\$0	\$2000	\$5600	\$0
Candidato 2	\$700	\$0	\$0	\$0
Candidato 3	\$8200	\$5000	\$8600	\$0
Candidato 4	\$6200	\$4000	\$1600	\$0

Fuente: Antología para la Investigación de Operaciones, Investigación de Operaciones, Unidad 8, Modelo de Asignación

b) El costo menor que no está marcado es \$1600, se resta de los valores libres

Tabla 5.22 - Costo menor no marcado restado a los valores no marcados (Método Húngaro NO balanceado)

	Programador	Analista	Supervisor	Puesto ficticio
Candidato 1	\$0	\$2000	\$5600	\$0
Candidato 2	\$700	\$0	\$0	\$0
Candidato 3	\$6600	\$3400	\$7000	\$0
Candidato 4	\$4600	\$2400	\$0	\$0

Fuente: Antología para la Investigación de Operaciones, Investigación de Operaciones, Unidad 8, Modelo de Asignación

c) Se suma el costo menor \$1600 a las celdas donde se intersectan dos rectas

Tabla 12 - Suma de costo menor a la intersección de celdas (Método Húngaro NO balanceado)

	Programador	Analista	Supervisor	Puesto ficticio
Candidato 1	\$0	\$2000	\$5600	\$1600
Candidato 2	\$700	\$0	\$0	\$1600
Candidato 3	\$6600	\$3400	\$7000	\$0
Candidato 4	\$4600	\$2400	\$0	\$0

Fuente: Antología para la Investigación de Operaciones, Investigación de Operaciones, Unidad 8, Modelo de Asignación

Se vuelve al paso 4

4^{to} Paso

- Se buscan los ceros de asignación.
- Se intercambian la fila 3 por la 4.

Tabla 5.24 - Ceros con candidato 3 intercambiado por el candidato 4 (Método Húngaro NO balanceado)

	Programador	Analista	Supervisor	Puesto ficticio
Candidato 1	\$0	\$2000	\$5600	\$1600
Candidato 2	\$700	\$0	\$0	\$1600
Candidato 4	\$4600	\$2400	\$0	\$0
Candidato 3	\$6600	\$3400	\$7000	\$0

Fuente: Antología para la Investigación de Operaciones, Investigación de Operaciones, Unidad 8, Modelo de Asignación

- Solución ÓPTIMA:

- X_1Y_1 = (El conductor 2 al camión 1) = \$11800
- X_2Y_2 = (El conductor 1 al camión 2) = \$13000
- X_3Y_3 = (El conductor 4 al camión 3) = \$16000
- X_4Y_4 = (El conductor 3 al camión 4) = \$0

El costo total mínimo es de $\$11800 + \$13000 + \$16000 + \$0 = \$40800$

5.3.5 Otros métodos

a) Método de la esquina noroccidental

El método comienza asignando la cantidad máxima permisible en oferta y demanda a la variable X_{11} , es decir, empezamos en la esquina superior izquierda de la tabla (noroccidental). La oferta disponible de cada renglón debe ser agotada antes de pasar al siguiente.

Ejemplo N° 4 Método de la esquina noroccidental

Una empresa pesquera debe surtir a sus filiales, por lo que debe calcular los costos que se producen. A la casilla (Acapulco a D.F.) se le puede asignar un máximo de 72 unidades, por lo que el renglón quedará agotado y se pasa al siguiente; pero ahora se debe agotar la primera columna antes de pasar a otra; entonces, en la casilla (Baja California a D.F.) lo máximo que se puede asignar son 20 unidades; así pues, $72+20=92$. La primera columna queda agotada también. Se pasa a la segunda columna, la casilla (Baja California a Monterrey), aquí se puede asignar 56 unidades ($76-20=56$), por lo tanto, la segunda fila también se agota; pero la segunda columna tiene aún requerimientos. Se pasa a la tercera fila, a la casilla (Mérida a Monterrey); se asigna 21 unidades, y para agotar esta última fila ($66-21=45$) se necesita fijar 45 mil toneladas de latas de pescado.

$$X_{11} = 72 \text{ unidades}$$

$$X_{21} = 20 \text{ unidades}$$

$$X_{22} = 56 \text{ unidades}$$

$$X_{32} = 21 \text{ unidades}$$

$$X_{33} = 45 \text{ unidades}$$

Para determinar el costo de transporte de los diferentes destinos, se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Costo total transporte} = (72)(4) + (20)(16) + (56)(24) + (21)(16) + (45)(24) = 3368$$

Tabla 5.25 - Matriz Inicial Ejemplo N°4 (Método de la esquina noroccidental)¹⁰

Centros / Distribución Plantas	D.F.	Monterrey	Guadalajara	Capacidad planta
Acapulco	72			72
Baja California	20	56		76
Mérida		21	45	66
Demanda	92	77	45	214

¹⁰ Instituto Politécnico Nacional, Unidad VI, Investigación de Operaciones, Método de la Esquina Noroccidental. (http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/portal/polilibros/p_terminados/InvOper1Virg/Indice.htm)

Solución inicial: es básica-factible, porque la suma de las columnas y renglones menos uno, es igual al número de asignaciones que se obtuvieron al aplicar este método

Se debe verificar si esta solución es óptima, para ello se debe aplicar la técnica del banquillo, el método de los multiplicadores o el algoritmo de transporte, como se detalla en los pasos siguientes:

1^{er} Paso

- Verificar que el problema este balanceado, (oferta igual que la demanda), si esto no se cumple, entonces balancearlo de la siguiente manera:
 - a. Si la disponibilidad total (oferta total) es superior a la demanda total agregar un destino ficticio.
 - b. Si la demanda total es superior a la disponibilidad total (oferta total) agregar un origen ficticio.

2^{do} Paso

- Construir la matriz (balanceada).

3^{er} Paso

- La primera asignación se hará en la esquina superior izquierda, en la intersección de la primera fila, primera columna y se asignará la mínima cantidad ya sea que corresponda a la demanda o a la disponibilidad (oferta).
- La siguiente asignación se hará inmediatamente después, respetando la esquina superior izquierda (esquina noroccidental), siempre y cuando la disponibilidad (oferta) no este agotada o la demanda no este satisfecha.

4^{to} Paso

- Verificar que se tiene una primera solución básica factible ($m + n - 1 =$ Número de asignaciones), donde $M =$ Número de filas y $N =$ Número de columnas

5^{to} Paso

- Identificar los valores con su correspondiente variable básica y obtener el costo total de la solución inicial multiplicando los valores de las variables (cantidad asignada) por su correspondiente costo unitario.

Ejemplo N° 5 Método de la esquina noroccidental

Tres fábricas A, B y C disponen de ciertas cantidades de un producto, esas cantidades respectivamente son: 100, 120 y 120 toneladas. El producto se entrega a cinco almacenes 1, 2, 3, 4, y 5 que deben recibir respectivamente 40, 50, 70, 90 y 90 toneladas del producto.

Tabla 5.26 - Matriz De Costos Unitarios de transporte (Método de la esquina noroccidental)

Almacén Fabrica	1	2	3	4	5	Existencias
A	4	1	2	6	9	100
B	6	4	3	5	7	120
C	5	2	6	4	8	120
Demanda	40	50	70	90	90	

Fuente: Instituto Politécnico Nacional, Unidad VI, Investigación de Operaciones, Método de la Esquina Noroccidental.

Tabla 5.27 - Matriz De Flujos de transporte (Método de la esquina noroccidental)

Almacén Fabrica	1	2	3	4	5	Existencias
A	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	100
B	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{25}	120
C	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	X_{35}	120
Demanda	40	50	70	90	90	

Fuente: Instituto Politécnico Nacional, Unidad VI, Investigación de Operaciones, Método de la Esquina Noroccidental.

1^{er} Paso

- Verificar que el problema este balanceado, (oferta igual a la demanda.).

Oferta = 340

Demanda = 340

Por lo tanto, el problema se encuentra balanceado

2^{do} Paso

- Construir la matriz de transporte del problema (balanceado).

Tabla 5.28 - Matriz Balanceada (Método de la esquina noroccidental)

Almacén Fabrica	1	2	3	4	5	Existencias
A	4 X_{11}	1 X_{12}	2 X_{13}	6 X_{14}	9 X_{15}	100
B	6 X_{21}	4 X_{22}	3 X_{23}	5 X_{24}	7 X_{25}	120
C	5 X_{31}	2 X_{32}	6 X_{33}	4 X_{34}	8 X_{35}	120
Demanda	40	50	70	90	90	

Fuente: Instituto Politécnico Nacional, Unidad VI, Investigación de Operaciones, Método de la Esquina Noroccidental.

3^{er} Paso

- Aplicar las reglas del método:

Tabla 5.29 - Solución básica-factible (Método de la esquina noroccidental)

Almacén Fabrica	1	2	3	4	5	Existencias
A	40	50	10			100
B			60	60		120
C				30	90	120
Demanda	40	50	70	90	90	

Fuente: Instituto Politécnico Nacional, Unidad VI, Investigación de Operaciones, Método de la Esquina Noroccidental.

- La primera asignación es en la primera fila, primera columna se asigna la mínima cantidad ya sea que corresponda a la demanda o a la disponibilidad. Para el Ejemplo se asignan 40 toneladas y con esta asignación queda satisfecha la demanda del almacén 1.

- La siguiente asignación se hace en la fila 1 columna 2 porque las existencias no están agotadas, se asigna la mínima cantidad, para el Ejemplo la mínima cantidad corresponde a la demanda, por lo tanto, la asignación es de 50 toneladas, con esta asignación queda satisfecha la demanda del almacén 2.

- La tercera asignación se hace en la fila 1 columna 3 porque todavía quedan 10 toneladas en la fábrica 1 y se asignan 10 toneladas, con esta asignación quedan agotadas las existencias de la fábrica 1.
- La cuarta asignación se realiza en la columna 3 fila 2 y se asignan 60 toneladas con lo cual se satisface la demanda del almacén 3.
- La quinta asignación se hace en la columna 4 fila 2 y se asignan 60 toneladas con esta asignación quedan agotadas las existencias de la fábrica 2.
- La sexta asignación se hace en la columna 4 fila tres, para satisfacer la demanda se asignan 30 unidades.
- Finalmente se realiza la séptima asignación con un valor de 90 toneladas y con esta asignación quedan agotadas las existencias, pero también satisfecha la demanda del almacén 5.

4^{to} Paso

- Verificar que se tiene una primera solución básica factible ($m + n - 1 =$ Número de asignaciones), donde $m = 3$, $n = 5$

Sustituyendo valores: $3 + 5 - 1 = 7$ Asignaciones

La solución obtenida es básica factible

$$\begin{aligned} X_{11} &= 40 \\ X_{12} &= 50 \\ X_{13} &= 10 \\ X_{23} &= 60 \\ X_{33} &= 60 \\ X_{34} &= 30 \\ X_{35} &= 90 \end{aligned}$$

5^{to} Paso 5

El costo total de la solución básica-factible es:

$$Z = 4(40) + 1(50) + 2(10) + 3(60) + 5(60) + 4(30) + 8(90)$$

Z = \$ 1550 costo total

b) Método de aproximación de Vogel

Este método es más eficaz que el método de la esquina noroccidental, ya que la solución inicial hallada por este método; por lo general es la solución óptima también, o muy cercana a la solución óptima.

Para poder desarrollar el método de Vogel, es necesario realizar una serie de pasos, que se detallan a continuación:

1^{er} Paso

- Verificar que el problema este balanceado, si esto no se cumple, entonces balancearlo de la siguiente manera:

- Si la disponibilidad total (oferta total) es superior a la demanda total agregar un destino ficticio.
- Si la demanda total es superior a la disponibilidad total (oferta total) agregar un origen ficticio.

2^{do} Paso

- Construir la matriz (balanceada).

3^{er} Paso

- Utilizar la matriz de transporte inicial (preferentemente la matriz de costos), ya balanceada.

- Obtener la diferencia entre los dos coeficientes de costo más pequeños para cada fila y para cada columna y escribir el resultado en el margen derecho y el margen inferior según corresponda.

- Identificar y marcar la fila o columna con la diferencia de costos mínimos más grande (si hay dos o más iguales, arbitrariamente se selecciona uno).

- Asignar tanto como sea posible a la casilla que tiene el costo más pequeño tratando de satisfacer la demanda en función también de la disponibilidad de la oferta, e ir disminuyendo la oferta y demanda correspondiente.

- Eliminar la fila y/o columna en donde las existencias estén agotadas o la demanda satisfecha.

- Repetir el paso 3 hasta que todas las columnas y renglones queden eliminados; si al final solo queda una fila o una columna, la asignación o asignaciones se harán de forma directa (automática), siempre priorizando el mínimo costo.

4^{to} Paso

- Verificar que se tiene una primera solución básica factible, ($m + n - 1 =$ Número de asignaciones), donde $m =$ Número de filas y $n =$ Número de columnas

5^{to} Paso

- Obtener el costo total de la solución inicial multiplicando los valores de las variables (cantidad asignada) por su correspondiente costo unitario.

Ejemplo N° 6 Método de aproximación de Vogel

Una empresa tiene tres plantas en diferentes zonas geográficas del país, productoras de un solo artículo que se vende en cuatro diferentes centros de distribución también instalados en diferentes zonas geográficas. La máxima posibilidad de producción de las plantas y los requerimientos de cada centro de distribución están dados en la tabla. Además, nos proporciona los costos unitarios de transporte de cada centro de producción a cada centro de distribución.

Tabla 5.30 - Tabla Inicial Ejemplo N°6 requerimientos, costos y disponibilidades (Método de aproximación de Vogel)

	Centro 1	Centro 2	Centro 3	Centro 4	Oferta
Planta 1	10	20	6	5	30
Planta 2	5	17	29	22	30
Planta 3	15	25	5	10	20
	20	20	15	25	

Fuente: Instituto Politécnico Nacional, Unidad VI, Investigación de Operaciones, Método de Vogel.

Tabla 5.31 - Primera tabla (Método de aproximación de Vogel)

	Centro 1	Centro 2	Centro 3	Centro 4	Oferta	Diferencia
Planta 1	10	20	6	5	30	1
Planta 2	5	17	29	22	30	12
Planta 3	15	25	5	10	20	5
	20	20	15	25		
Diferencia	5	3	1	5		

Fuente: Instituto Politécnico Nacional, Unidad VI, Investigación de Operaciones, Método de Vogel.

El segundo renglón tiene la diferencia más alta, y dentro de las casillas de este renglón X_{21} tiene el costo unitario más bajo. A X_{21} se asignan 20 unidades de mercancía (es el máximo que se puede asignar por el requerimiento del centro de distribución) y se elimina la primera columna.

Con el resto de la tabla sacamos las diferencias entre los costos mínimos para obtener los resultados indicados en la Tabla 5.32.

Tabla 5.32 - Segunda tabla (Método de aproximación de Vogel)

	Centro 2	Centro 3	Centro 4	Oferta	Diferencia
Planta 1	20	6	5	30	1
Planta 2	17	29	22	10	12
Planta 3	25	5	10	20	5
	20	15	25		
Diferencia	3	1	5		

Fuente: Instituto Politécnico Nacional, Unidad VI, Investigación de Operaciones, Método de Vogel.

Como hay 3 diferencias iguales, arbitrariamente escogemos el tercer renglón. En el tercer renglón el costo más bajo es el de la casilla X_{33} que tiene un costo unitario de 5; a esta casilla asignamos 15 unidades (máximo que se puede asignar), así, la columna número 3 queda eliminada.

De nuevo sacamos las diferencias entre los dos costos más pequeños de las columnas y de los renglones restantes. Estas operaciones se presentan en la tabla 5.33.

Tabla 5.33: Tercera tabla (Método de aproximación de Vogel)

	Centro 2	Centro 4	Oferta	Diferencia
Planta 1	20	5	30	15
Planta 2	17	22	10	5
Planta 3	25	10	20	15
	20	25		
Diferencia	3	5		

Fuente: Instituto Politécnico Nacional, Unidad VI, Investigación de Operaciones, Método de Vogel.

Obsérvese que hay dos diferencias máximas de costos iguales; arbitrariamente seleccionamos el renglón 3; en este renglón X_{34} tiene el costo unitario más bajo (10), por lo tanto, asignamos 5 unidades (el máximo que se puede) y la disponibilidad queda agotada.

Siguiendo con el método sacamos las diferencias de las columnas y renglones restantes, conociendo los resultados en la tabla 5.35.

Tabla 5.34: Cuarta tabla (Método de aproximación de Vogel)

	Centro 2	Centro 4	Oferta	Diferencia
Planta 1	20	5	30	15
Planta 2	17	22	10	5
	20	25		
Diferencia	3	5		

Fuente: Instituto Politécnico Nacional, Unidad VI, Investigación de Operaciones, Método de Vogel.

Como se ve en la tabla, la columna del Centro 4 tiene la diferencia más alta; en esta columna X_{14} tiene el costo unitario más pequeño, a ésta le asignamos 20 unidades, por lo que la columna queda eliminada. Eliminando la columna del centro 4 quedaremos sólo con una.

Tabla 5.35 - Quinta tabla (Método de aproximación de Vogel)

	Centro 2	Oferta
Planta 1	20	10
Planta 2	17	10
Demanda	20	

Fuente: Instituto Politécnico Nacional, Unidad VI, Investigación de Operaciones, Método de Vogel.

A X_{12} y X_{22} les asignamos 10 unidades de mercancía, respectivamente. De esta manera, todas las columnas y renglones quedan eliminadas y el resultado final se ve en la tabla 5.36.

Tabla 5.36 - Solución final (Método de aproximación de Vogel)

	Centro 1	Centro 2	Centro 3	Centro 4	Oferta
Planta 1		10		20	30
Planta 2	20	10			30
Planta 3			15	5	20
Demanda	20	20	15	25	

Fuente: Instituto Politécnico Nacional, Unidad VI, Investigación de Operaciones, Método de Vogel.

La solución básica-factible es:

$$X_{12} = 10$$

$$X_{14} = 20$$

$$X_{21} = 20$$

$$X_{22} = 10$$

$$X_{33} = 15$$

$$X_{34} = 5$$

Y el costo total del transporte será:

$$\text{C.T.} = (10)(20) + (20)(5) + (10)(17) + (20)(5) + (15)(5) + (5)(10) = 695$$

5.4 Modelo de Transporte

Es un problema de redes especial en programación lineal. Consiste en llevar unidades de un punto específico llamado **Fuente** u **Origen** hacia otro punto específico llamado **Destino**.

Objetivos: Satisfacer todos los requerimientos establecidos por los destinos, la minimización de los costos relacionados con el plan determinado por las rutas escogidas.

Procedimiento: Permite la creación de múltiples alternativas de solución tales como la estructura de asignación o los métodos heurísticos más populares como Vogel, Esquina Noroeste o Mínimos Costos.

5.4.1 Resolución del Problema de Transporte Mediante Programación Lineal

Para poder entender el método, es necesario realizar una serie de pasos, que se detallan a continuación, siendo apoyado por un ejemplo:

Ejemplo N° 7 Método de Programación Lineal

Una empresa energética colombiana dispone de cuatro plantas de generación para satisfacer la demanda diaria eléctrica en cuatro ciudades, Cali, Bogotá, Medellín y Barranquilla. Las plantas 1, 2, 3 y 4 pueden satisfacer 80, 30, 60 y 45 millones de KW al día respectivamente. Las necesidades de las ciudades de Cali, Bogotá, Medellín y Barranquilla son de 70, 40, 70 y 35 millones de kW al día respectivamente. Los costos asociados al envío de suministro energético por cada millón de KW entre cada planta y cada ciudad son los registrados en la siguiente tabla¹¹.

Tabla 5.37 - Tabla inicial Ejemplo N°7, Costo Asociado al envío de suministro (por millón de KW) (Método de Programación Lineal)

	Cali	Bogotá	Medellín	Barranquilla
Planta 1	5	2	7	3
Planta 2	3	6	6	1
Planta 3	6	1	2	4
Planta 4	4	3	6	6

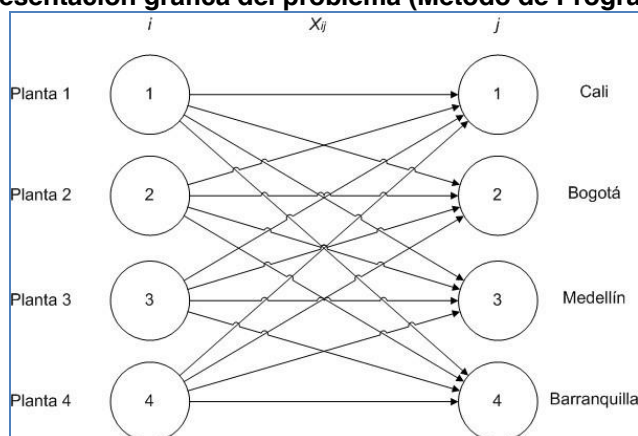
¹¹<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/investigaci%C3%B3n-de-operaciones/problema-del-transporte-o-distribuci%C3%B3n/>

- En primer lugar, el modelo debe satisfacer las necesidades de todas las ciudades al tiempo que minimice los costos asociados al transporte.
- La cantidad ofertada debe ser igual a la cantidad demandada. (en casos especiales es necesario crear orígenes y/o destinos ficticios con los excedentes de oferta y/o demanda si hubiesen).

1^{er} Paso

- Definición de las variables ($X_{i,j}$ donde i simboliza a la origen y j simboliza al destino).
 - o i define el conjunto (Planta 1, Planta 2, Planta 3 y Planta 4).
 - o j define el conjunto (Cali, Bogotá, Medellín y Barranquilla).
 - o Si se hace necesario, se puede renombrar cada origen y destino.

Imagen 5.1 - Representación gráfica del problema (Método de Programación Lineal)



2^{do} Paso

- Formulación de las restricciones de oferta y demanda, cuya cantidad se encuentra determinada por el factor entre fuentes y destinos (16 restricciones).

Inecuación 5.1 - Restricciones de oferta o disponibilidad (signo \leq)

$$X_{1,1} + X_{1,2} + X_{1,3} + X_{1,4} \leq 80$$

$$X_{2,1} + X_{2,2} + X_{2,3} + X_{2,4} \leq 30$$

$$X_{3,1} + X_{3,2} + X_{3,3} + X_{3,4} \leq 60$$

$$X_{4,1} + X_{4,2} + X_{4,3} + X_{4,4} \leq 45$$

Inecuación 5.2 - Restricciones de demanda (signo \geq)

$$X_{1,1} + X_{2,1} + X_{3,1} + X_{4,1} \geq 70$$

$$X_{1,2} + X_{2,2} + X_{3,2} + X_{4,2} \geq 40$$

$$X_{1,3} + X_{2,3} + X_{3,3} + X_{4,3} \geq 70$$

$$X_{1,4} + X_{2,4} + X_{3,4} + X_{4,4} \geq 35$$

- Formular la función objetivo:

Ecuación 5.2 - Función Objetivo Z_{MAX}

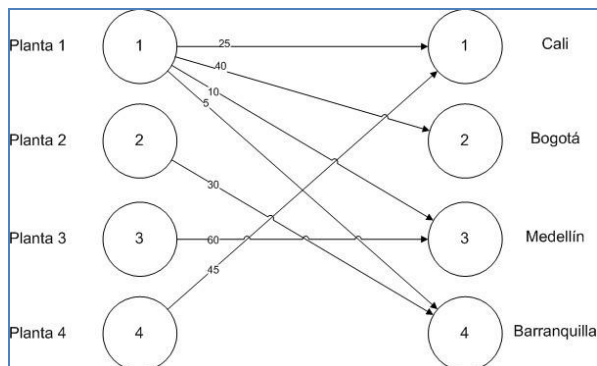
$$Z_{MIN} = 5X_{1,1} + 2X_{1,2} + 7X_{1,3} + 3X_{1,4} + 3X_{2,1} + 6X_{2,2} + 6X_{2,3} + 1X_{2,4} + 6X_{3,1} + 1X_{3,2} + 2X_{3,3} + 4X_{3,4} + 4X_{4,1} + 3X_{4,2} + 6X_{4,3} + 6X_{4,4}$$

En la siguiente tabla, se observa el cálculo de la Contribución total (Actividad de la Variable * Costo*Unidad) (Solución óptima), realizada por el programa WINQSB.

Tabla 5.38 - Resultado de la solución óptima del modelo mediante WinQSB (Método de Programación Lineal)

Variable de Decisión	Actividad de la Variable	Costo x Unidad	Contribución Total
$X_{1,1}$	25	5	125
$X_{1,2}$	40	2	80
$X_{1,3}$	10	7	70
$X_{1,4}$	5	3	15
$X_{2,1}$	0	3	0
$X_{2,2}$	0	6	0
$X_{2,3}$	0	6	0
$X_{2,4}$	30	1	30
$X_{3,1}$	0	6	0
$X_{3,2}$	0	1	0
$X_{3,3}$	60	2	120
$X_{3,4}$	0	4	0
$X_{4,1}$	45	4	180
$X_{4,2}$	0	3	0
$X_{4,3}$	0	6	0
$X_{4,4}$	0	6	0
TOTAL			620

Imagen 5.2 - Representación gráfica de la solución óptima (Método de Programación Lineal)



La siguiente tabla, es el resultado obtenido con WINQSB, de una solución óptima alternativa al Ejemplo N°7.

Tabla 5.39 - Resultado Solución Óptima Alternativa del modelo (Método de Programación Lineal)

Variable de Decisión	Actividad de la Variable	Costo x Unidad	Contribución Total
$X_{1,1}$	0	5	0
$X_{1,2}$	40	2	80
$X_{1,3}$	10	7	70
$X_{1,4}$	30	3	90
$X_{2,1}$	25	3	75
$X_{2,2}$	0	6	0
$X_{2,3}$	0	6	0
$X_{2,4}$	5	1	5
$X_{3,1}$	0	6	0
$X_{3,2}$	0	1	0
$X_{3,3}$	60	2	120
$X_{3,4}$	0	4	0
$X_{4,1}$	45	4	180
$X_{4,2}$	0	3	0
$X_{4,3}$	0	6	0
$X_{4,4}$	0	6	0
TOTAL			620

6 Metodología utilizada para la Investigación

Para llevar a cabo el trabajo de titulación, se hizo necesario determinar una metodología que se adecuara a la realidad dentro del contexto investigativo.

El plan de trabajo, se dividió en las siguientes etapas:

Figura 6.1 - Metodología utilizada en el estudio



Fuente: Elaboración Propia

6.1 Análisis de la situación actual del problema

Reuniones con expertos, para visualizar la problemática y poder estructurar una posible solución. Ver la forma en que actualmente se seleccionan los recursos (vehículos) ante la ocurrencia de un siniestro.

6.2 Recopilación de información y antecedentes del problema

Se recopiló la información y antecedentes de: Memoria Anual, Archivos de Informes de Servicio y siniestros ocurridos para el periodo diciembre 2010 - noviembre 2011, en la comuna de San Bernardo. Se realizaron visitas a terreno, entrevistas al Comandante del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, bomberos, centralista, los que compartieron sus puntos de vista, vivencias y conocimientos.

6.3 Comparación del problema con otros cuerpos de bomberos

Las comparaciones no pudieron ser realizadas, debido a que al consultar a varios cuerpos de Bomberos del País, comentaron la inexistencia de un método de asignación que sea similar a lo que necesita el Cuerpo de Bomberos de San Bernardo y que pudiera apoyar este trabajo de título.

6.4 Análisis de teoría “Marco Teórico”

Se realizó el estudio de la literatura, referente a la problemática y métodos de asignación, del cual se extrajeron formulaciones, para finalmente realizar la propuesta de asignación.

6.5 Desarrollo del modelo

De acuerdo a toda la información recopilada, marco teórico analizado, se pudo desarrollar de forma adecuada el modelo.

6.6 Aplicación del Modelo

Se aplicó el modelo al Cuerpo de Bomberos de San Bernardo.

6.7 Conclusión y Resultados

El modelo cumplió con las necesidades del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, se pudo concluir, que el método Húngaro aplicado es el indicado y que puede optimizar los recursos existentes.

7 Metodología de Solución

Para dar una posible solución al problema que presenta el Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, se llevó a cabo un análisis de los factores e información recopilada de, Memorias anuales, informes de Servicios, entrevistas, literatura, etc.

El detalle de cada siniestro ocurrido en el periodo de análisis, al encontrarse en cada informe de servicio y no de forma digital, hizo que fuera necesario vaciar la información a planillas Excel y sólo una muestra de seis meses, las que se trabajaron con tablas dinámicas, que sirvieron posteriormente para la generación de gráficos, diagramas de Pareto y generar resúmenes que aportaron al modelo. De los diagramas se obtuvo cuáles eran los factores relevantes para asignar de mejor forma los recursos a los puntos siniestrados.

7.1 Memoria Anual del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo (diciembre 2010 a noviembre 2011)

Las memorias anuales, son el fiel reflejo y dan cuenta de cada movimiento realizado por el Cuerpo de Bomberos de San Bernardo y los bomberos de nuestro país, en el periodo de un año. Estas memorias son presentadas ante la contraloría, por ende, un instrumento público asequible a quién necesite de ellos. En este trabajo de titulación, se contó con las memorias del periodo diciembre 2010 a noviembre 2011 para el modelo y las del año 2010 y 2007 como apoyo general.

La siguiente tabla, contiene la información de los horarios y periodos en que se producen los siniestros. Los horarios se dividen en los tramos A, B y C.

Tabla 13 - Clasificación de Siniestros según horario

	Hora "A"	Hora "B"	Hora "C"	TOTAL Siniestros
	08:00 a 13:59	14:00 a 21:59	22:00 a 07:59	
Diciembre 2010	58	119	66	243
Enero 2011	43	89	44	176
Febrero 2011	61	102	60	223
Marzo 2011	44	91	49	184
Abril 2011	33	46	27	106
Mayo 2011	36	76	27	139
Junio 2011	24	46	27	97
Julio 2011	24	45	30	99
Agosto 2011	20	38	22	80
Septiembre 2011	32	58	31	121
Octubre 2011	41	74	40	155
Noviembre 2011	66	94	57	217
TOTALES	482	878	480	1840

Fuente: Memoria anual periodo diciembre 2010 a noviembre 2011 CBSB

De acuerdo a la información detallada en la tabla anterior, se desprende que, el horario con mayor cantidad de siniestros es el Hora "B", que va desde las 14:00 a las 21:59 horas, en el mes de diciembre y ascienden los 800 casos como se ve en la Tabla 7.2 y en el Gráfico 7.1.

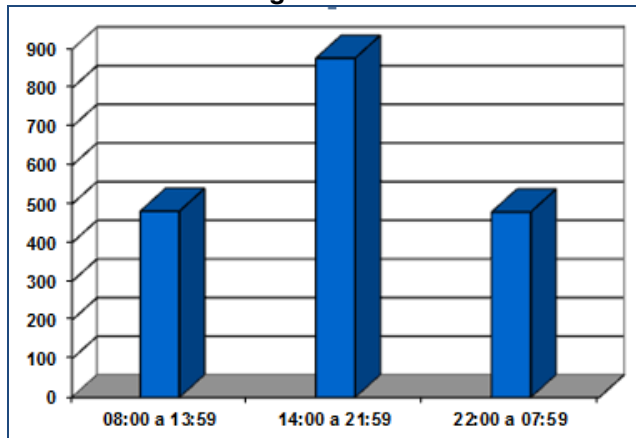
Tabla 7.2 - Resumen de Siniestros según horario

Hora "A"	Hora "B"	Hora "C"
08:00 a 13:59	14:00 a 21:59	22:00 a 07:59
482	878	480

Fuente Elaboración Propia

En base a la Tabla 7.2, se generó la siguiente gráfica.

Gráfico 7.1 - Resumen de Siniestros según horario ¹²



Fuente: Elaboración Propia

Con la información de la columna "TOTAL Siniestros" de la tabla 7.1, mediante el diagrama de Pareto, se pudo obtener los meses en que más siniestros se habían producido durante el periodo diciembre 2010 a noviembre 2011 y los que tienen mayor importancia.

Para desarrollar el método de Pareto, lo primero que se debe hacer es ordenar descendientemente la columna de los N° de Siniestros.

Posteriormente, se agrega la columna N° de Siniestros Acumulados, que es la suma acumulativa de los N° de Siniestros.

Luego se agrega la columna % del Total, donde va el cálculo del porcentaje del total (¿Qué % es 243 de 1840?, el valor es 13,21%) y así sucesivamente para cada valor de la tabla.

¹² Elaboración propia, en base a Memoria anual periodo diciembre 2010 a noviembre 2011 del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo

Finalmente se agrega la columna % Acumulado del Total, donde se realiza la suma acumulativa de los % del Total.

Tabla 7.3 - Pareto Clasificación de Siniestros Según Periodo

Periodo	N° de Siniestros	N° de Siniestros Acumulados	% del Total	% Acumulado del Total
Diciembre 2010	243	243	13,21	13,21
Febrero 2011	223	466	12,12	25,33
Noviembre 2011	217	683	11,79	37,12
Marzo 2011	184	867	10,00	47,12
Enero 2011	176	1043	9,57	56,68
Octubre 2011	155	1198	8,42	65,11
Mayo 2011	139	1337	7,55	72,66
Septiembre 2011	121	1458	6,58	79,24
Abril 2011	106	1564	5,76	85,00
Julio 2011	99	1663	5,38	90,38
Junio 2011	97	1760	5,27	95,65
Agosto 2011	80	1840	4,35	100,00
TOTAL	1840		100,00	

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente paso, se debe marcar todos los periodos donde el % Acumulado del Total alcance el 80%.

Tabla 7.4 - Pareto Resumen Clasificación de Siniestros Según Periodo

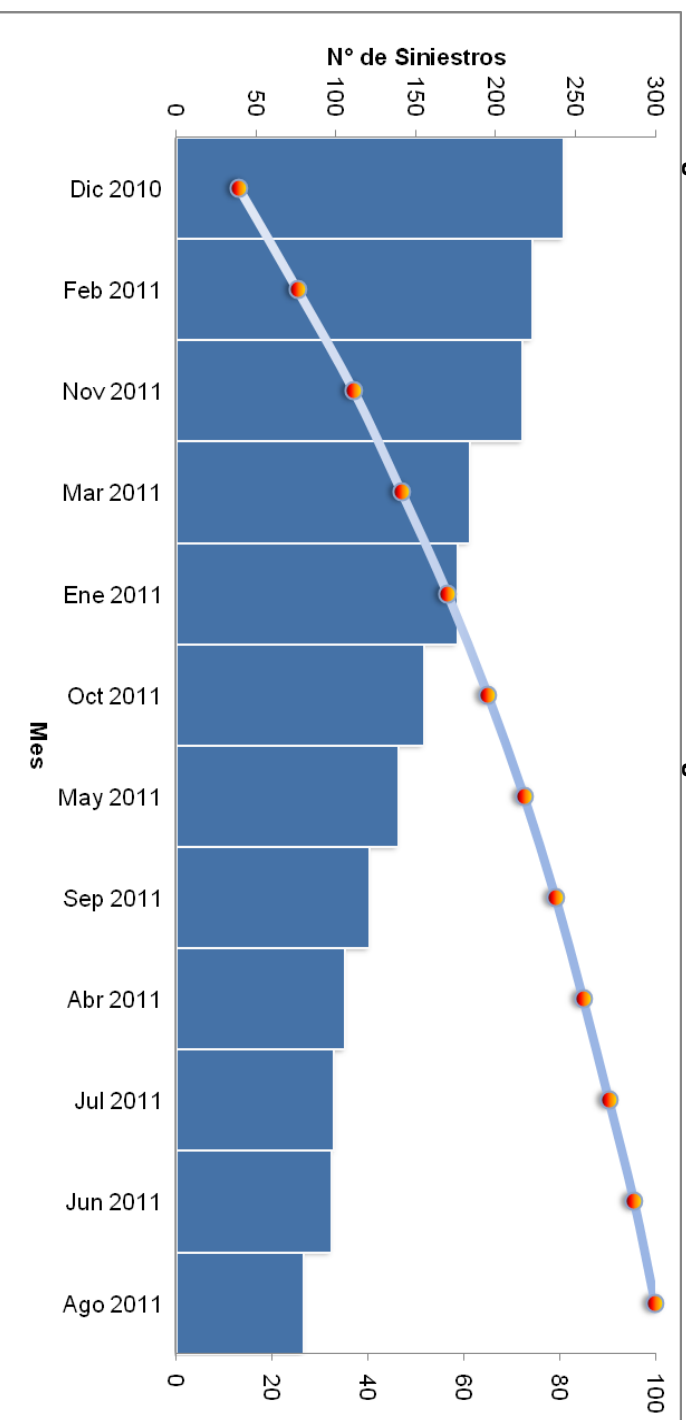
Mes	N° de Siniestros	% Acumulado del Total
Diciembre 2010	243	13,21
Febrero 2011	223	25,33
Noviembre 2011	217	37,12
Marzo 2011	184	47,12
Enero 2011	176	56,68
Octubre 2011	155	65,11
Mayo 2011	139	72,66
Septiembre 2011	121	79,24
Abril 2011	106	85,00
Julio 2011	99	90,38
Junio 2011	97	95,65
Agosto 2011	80	100,00

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al Pareto de la tabla 7.4, los meses con mayor ocurrencia de siniestros y los que influyen en más del 80% de la criticidad del periodo son 9, excluyendo los meses de julio, junio, agosto.

La representación gráfica del diagrama de Pareto calculado en la Tabla 7.4, se puede visualizar en el Gráfico 7.2.

Gráfico 7.2 - Diagrama de Pareto "Clasificación de Siniestros Según Periodo"



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al Diagrama de Pareto "Clasificación de siniestros según periodo", se observa que la mayor cantidad de siniestros se produjeron en los meses Diciembre, febrero, noviembre, Marzo Enero, octubre, mayo, septiembre y abril, siendo diciembre el de mayor incidencia.

En la siguiente tabla, se observa el detalle de la cantidad de llamados recibidos para cada tipo de clave, del periodo en estudio.

Tabla 7.5 - Cantidad de llamadas por tipo de siniestro del periodo en estudio

CLAVES	Dic 2010	Ene 2011	Feb 2011	Mar 2011	Abr 2011	May 2011	Jun 2011	Jul 2011	Ago 2011	Sep 2011	Oct 2011	Nov 2011	TOTAL
10-0	14	10	29	21	10	23	13	12	12	20	20	19	203
10-1	5	3	4	10	4	1	5	10	10	4	5	3	64
10-2	153	99	130	75	41	35	22	12	14	37	59	112	789
10-5	0	2	1	1	0	1	1	0	1	0	0	2	9
10-6	5	1	10	6	7	11	9	11	9	3	3	7	82
10-7	1	1	2	2	4	4	8	5	2	5	1	2	37
10-8	12	7	3	7	3	3	4	6	3	9	5	10	72
10-10	0	1	1	2	2	3	1	0	0	1	0	2	13
10-12	11	4	3	1	2	4	1	0	1	1	7	4	39
10-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6-16	2	7	4	2	2	1	2	1	0	1	2	4	28
Simulacro	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4	8
Incendios	6	2	2	2	1	2	2	2	1	2	4	2	28
TOTALES	209	138	189	130	76	88	68	59	53	84	107	171	1372

Fuente: Elaboración Propia en base a Memoria anual periodo diciembre 2010 a noviembre 2011 del CBSB

De esta tabla se desprende, que la mayor cantidad de llamados se presentó en los siniestros del tipo 10-2, con un total de 789 casos.

Con la información de la columna TOTAL de Cantidad de Llamados de cada siniestro de la Tabla 7.5, mediante el diagrama de Pareto, se pudo obtener los tipos de claves con más siniestros producidos en el periodo diciembre 2010 a noviembre 2011.

Tabla 7.6 - Pareto “Clasificación de Siniestros según Clave de Llamados de Comandancia, del periodo en estudio”

Clave de llamado	N° de Siniestros	N° de Siniestros Acumulados	% del Total	% Acumulado del Total
10-2	789	789	57,51	57,51
10-0	203	992	14,80	72,30
10-6	82	1074	5,98	78,28
10-8	72	1146	5,25	83,53
10-1	64	1210	4,66	88,19
10-12	39	1249	2,84	91,03
10-7	37	1286	2,70	93,73
6-16	28	1314	2,04	95,77
Incendios	28	1342	2,04	97,81
10-10	13	1355	0,95	98,76
10-5	9	1364	0,66	99,42
Simulacro	8	1372	0,58	100,00
10-14	0	1372	0,00	100,00
Total	1372		100,00	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.7 - Pareto Resumen “Clasificación de Siniestros Según Clave de Llamados de Comandancia, del periodo en estudio”

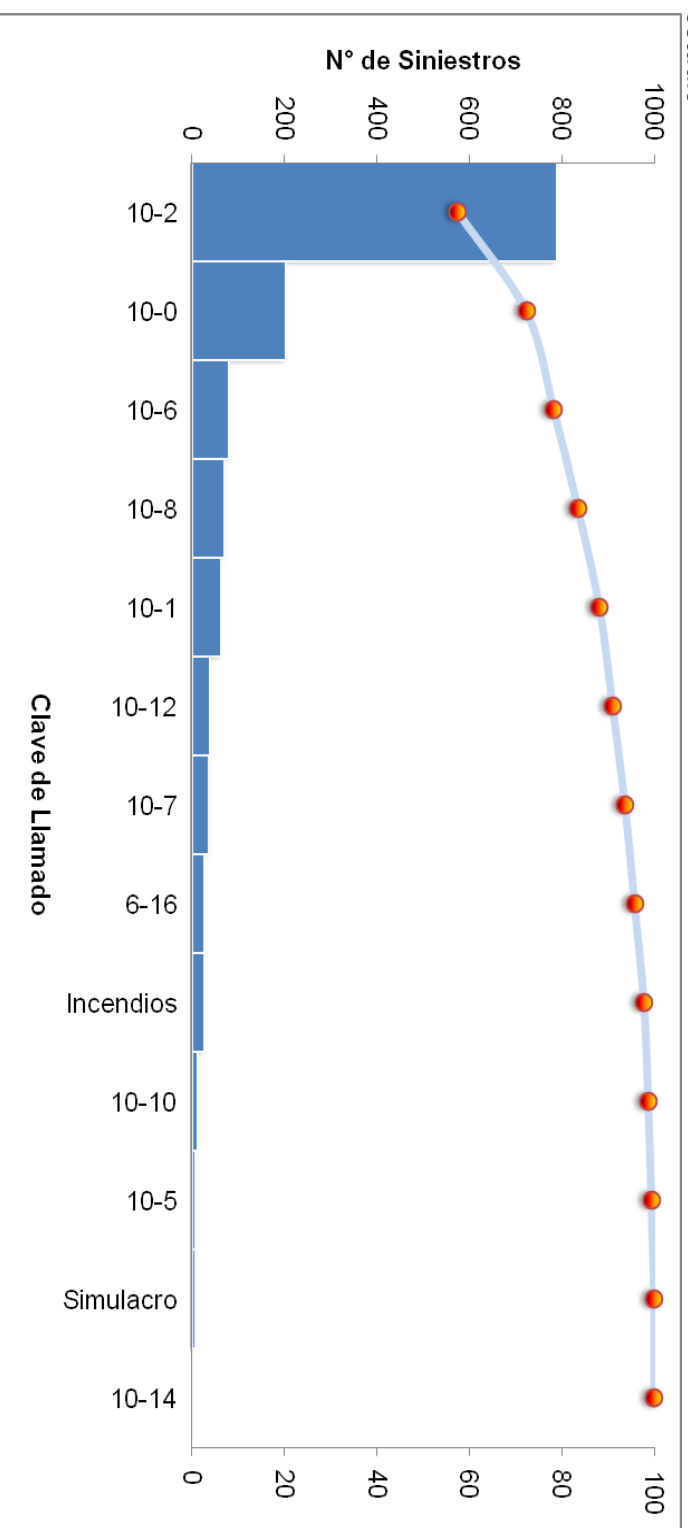
Clave de llamado	N° de Siniestros	% Acumulado del Total
10-2	789	57,51
10-0	203	72,30
10-6	82	78,28
10-8	72	83,53
10-1	64	88,19
10-12	39	91,03
10-7	37	93,73
6-16	28	95,77
Incendios	28	97,81
10-10	13	98,76
10-5	9	99,42
Simulacro	8	100,00
10-14	0	100,00
Total	1372	

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al Pareto de la tabla 7.7, las claves con mayor ocurrencia de siniestros y los que influyen en más del 80% de la criticidad del periodo son 4, las claves 10-2, 10-0, 10-6 y 10-8.

La representación gráfica del diagrama de Pareto calculado en la tabla 7.7, se puede visualizar en el Gráfico 7.3.

Gráfico 7.3 - Diagrama de Pareto “Clasificación de Siniestros Según Clave de Llamado de Comandancia, del periodo en estudio”



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al Diagrama de Pareto “Clasificación de siniestros según Clave de Llamado de Comandancia”, se observa que la mayor cantidad de siniestros fueron los denominados Claves 10-2, 10-0, 10-6 y 10-8, siendo el de mayor incidencia el clave 10-2.

7.1.1 Información servicios CLAVE 10-2 (Fuego en áreas abiertas o no confinadas, públicas o privadas)

Con la información de los informes de servicio, se diseñó el siguiente diagrama de Pareto, para poder obtener los periodos con más siniestros del tipo 10-2, que se produjeron durante el periodo diciembre 2010 a noviembre 2011.

Al igual que en las tablas anteriores, se desarrolló el diagrama de Pareto para la obtención de los datos.

Tabla 7.8 - Pareto “Clasificación de Siniestros Clave 10-2, del periodo en estudio”

Periodo	N° de Siniestros Clave 10-2	N° de Siniestros Clave 10-2 Acumulado	% del Total	% Acumulado del Total
Diciembre 2010	153	153	19,39	19,39
Febrero 2011	130	283	16,48	35,87
Noviembre 2011	112	395	14,20	50,06
Enero 2011	99	494	12,55	62,61
Marzo 2011	75	569	9,51	72,12
Octubre 2011	59	628	7,48	79,59
Abril 2011	41	669	5,20	84,79
Septiembre 2011	37	706	4,69	89,48
Mayo 2011	35	741	4,44	93,92
Junio 2011	22	763	2,79	96,70
Agosto 2011	14	777	1,77	98,48
Julio 2011	12	789	1,52	100,00
TOTAL	789		100,00	

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente paso, se debe marcar todos los periodos donde el % Acumulado del Total alcance el 80%.

Tabla 7.9 - Pareto Resumen “Clasificación de Siniestros Clave 10-2, del periodo en estudio”

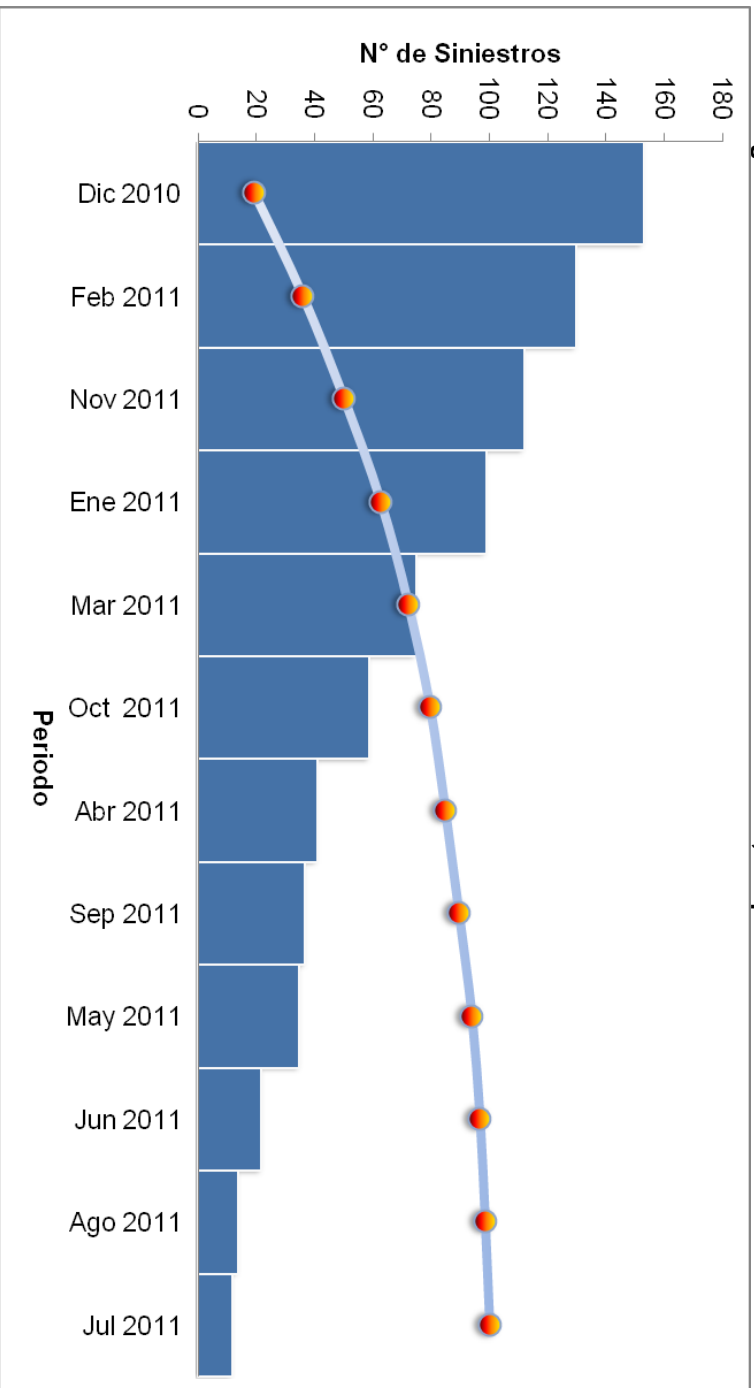
Periodo	N° de Siniestros Clave 10-2	% Acumulado del Total
Diciembre 2010	153	19,39
Febrero 2011	130	35,87
Noviembre 2011	112	50,06
Enero 2011	99	62,61
Marzo 2011	75	72,12
Octubre 2011	59	79,59
Abril 2011	41	84,79
Septiembre 2011	37	89,48
Mayo 2011	35	93,92
Junio 2011	22	96,70
Agosto 2011	14	98,48
Julio 2011	12	100,00

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al Pareto de la tabla 7.9, los meses con mayor ocurrencia de siniestros del tipo 10-2 y los que influyen en más del 80% de la criticidad del periodo son 7, excluyendo los meses de septiembre, mayo, junio, agosto y julio.

La representación gráfica del diagrama de Pareto calculado en la tabla 7.9, se puede visualizar en el Gráfico 7.4.

Gráfico 7.4 - Diagrama de Pareto "Clasificación de Siniestros Clave 10-2, del periodo en estudio"



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al Diagrama de Pareto "Clasificación de siniestros Clave 10-2 Según Periodo", se observa que los meses que más siniestros clave 10-2 se produjeron, fueron diciembre, 2010, febrero 2011, noviembre 2011, enero 2011, marzo 2011, octubre 2011 y abril 2011.

7.1.2 Información servicios CLAVE 10-0 (Fuego en fase inicial, de incremento o libre)

Con la información de los informes de servicio, se diseñó el siguiente diagrama de Pareto, para poder obtener los periodos con más siniestros del tipo 10-0, que se produjeron durante el periodo diciembre 2010 a noviembre 2011.

Al igual que en las tablas anteriores, se desarrolló el diagrama de Pareto para la obtención de los datos.

Tabla 7.10: Pareto “Clasificación de Siniestros Clave 10-0, del periodo en estudio”

Periodo	N° de Siniestros Clave 10-0	N° de Siniestros Clave 10-0 Acumulado	% del Total	% Acumulado del Total
Febrero 2011	29	29	14,29	14,29
Mayo 2011	23	52	11,33	25,62
Marzo 2011	21	73	10,34	35,96
Septiembre 2011	20	93	9,85	45,81
Octubre 2011	20	113	9,85	55,67
Noviembre 2011	19	132	9,36	65,02
Diciembre 2010	14	146	6,90	71,92
Junio 2011	13	159	6,40	78,33
Julio 2011	12	171	5,91	84,24
Agosto 2011	12	183	5,91	90,15
Enero 2011	10	193	4,93	95,07
Abril 2011	10	203	4,93	100,00
TOTAL	203		100,00	

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente paso, se debe marcar todos los periodos donde el % Acumulado del Total alcance el 80%.

Tabla 7.11 - Pareto Resumen “Clasificación de Siniestros Clave 10-0, del periodo en estudio”

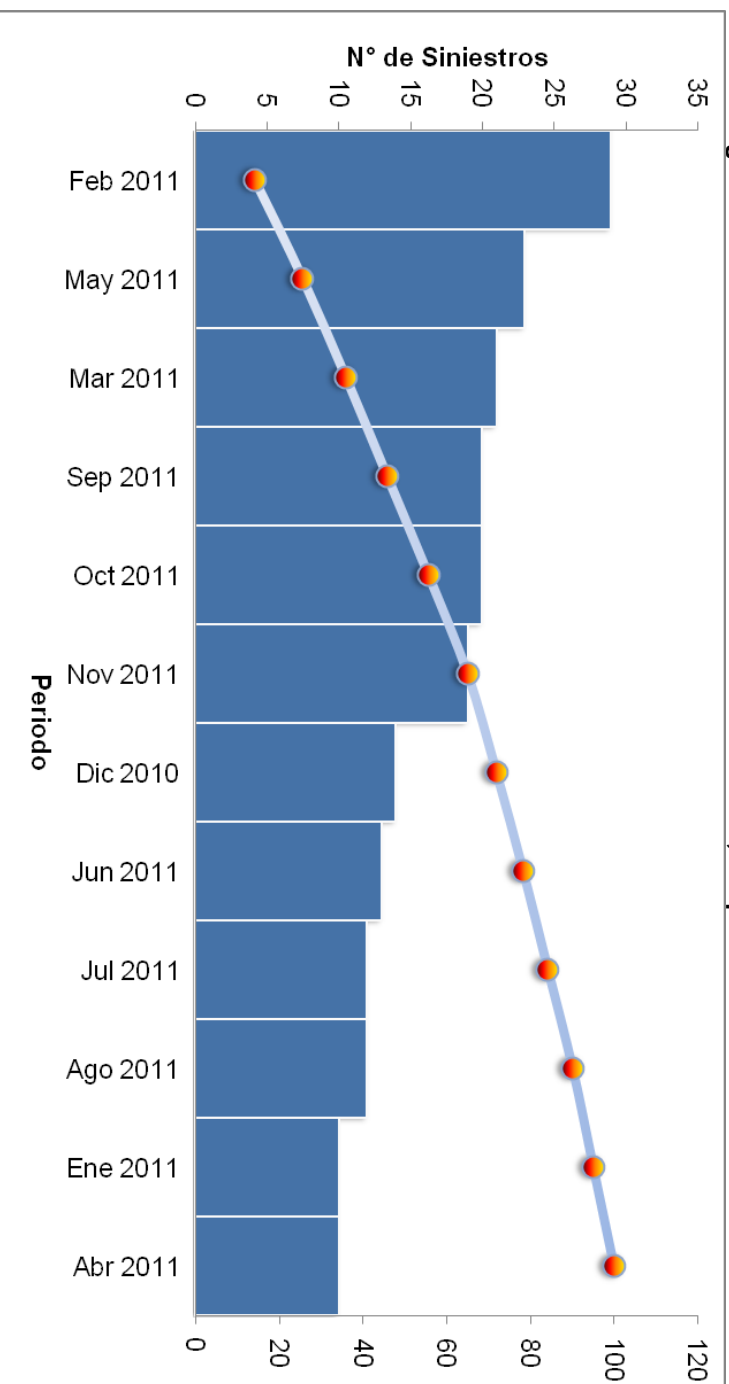
Periodo	N° de Siniestros Clave 10-0	% Acumulado del Total
Febrero 2011	29	14,29
Mayo 2011	23	25,62
Marzo 2011	21	35,96
Septiembre 2011	20	45,81
Octubre 2011	20	55,67
Noviembre 2011	19	65,02
Diciembre 2010	14	71,92
Junio 2011	13	78,33
Julio 2011	12	84,24
Agosto 2011	12	90,15
Enero 2011	10	95,07
Abril 2011	10	100,00

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al Pareto de la tabla 7.11, los meses con mayor ocurrencia de siniestros del tipo 10-0 y los que influyen en más del 80% de la criticidad del periodo son 9, excluyendo los meses de agosto, enero y abril.

La representación gráfica del diagrama de Pareto calculado en la tabla 7.11, se puede visualizar en el Gráfico 7.5.

Gráfico 7.5 - Diagrama de Pareto "Clasificación de Siniestros Clave 10-0, del periodo en estudio"



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al Diagrama de Pareto "Clasificación de siniestros Clave 10-0 Según Periodo", se observa que los meses que más siniestros clave 10-0 se produjeron, fueron febrero 2011, mayo 2011, marzo 2011, septiembre 2011, octubre 2011, noviembre 2011, diciembre 2010 y julio 2011.

7.1.3 Información servicios CLAVE 10-6 (Accidentes con gases combustibles (Glp, gas natural, gas de ciudad y monóxido de carbono))

Con la información de los informes de servicio, se diseñó el siguiente diagrama de Pareto, para poder obtener los periodos con más siniestros del tipo 10-6, que se produjeron durante el periodo diciembre 2010 a noviembre 2011.

Al igual que en las tablas anteriores, se desarrolló el diagrama de Pareto para la obtención de los datos.

Tabla 7.12 - Pareto “Clasificación de Siniestros Clave 10-6, del periodo en estudio”

Periodo	N° de Siniestros Clave 10-6	N° de Siniestros Clave 10-6 Acumulado	% del Total	% Acumulado del Total
Mayo 2011	11	11	13,41	13,41
Julio 2011	11	22	13,41	26,83
Febrero 2011	10	32	12,20	39,02
Junio 2011	9	41	10,98	50,00
Agosto 2011	9	50	10,98	60,98
Abril 2011	7	57	8,54	69,51
Noviembre 2011	7	64	8,54	78,05
Marzo 2011	6	70	7,32	85,37
Diciembre 2010	5	75	6,10	91,46
Septiembre 2011	3	78	3,66	95,12
Octubre 2011	3	81	3,66	98,78
Enero 2011	1	82	1,22	100,00
TOTAL	82		100,00	

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente paso, se debe marcar todos los periodos donde el % Acumulado del Total alcance el 80%.

Tabla 7.13 - Pareto Resumen “Clasificación de Siniestros Clave 10-6, del periodo en estudio”

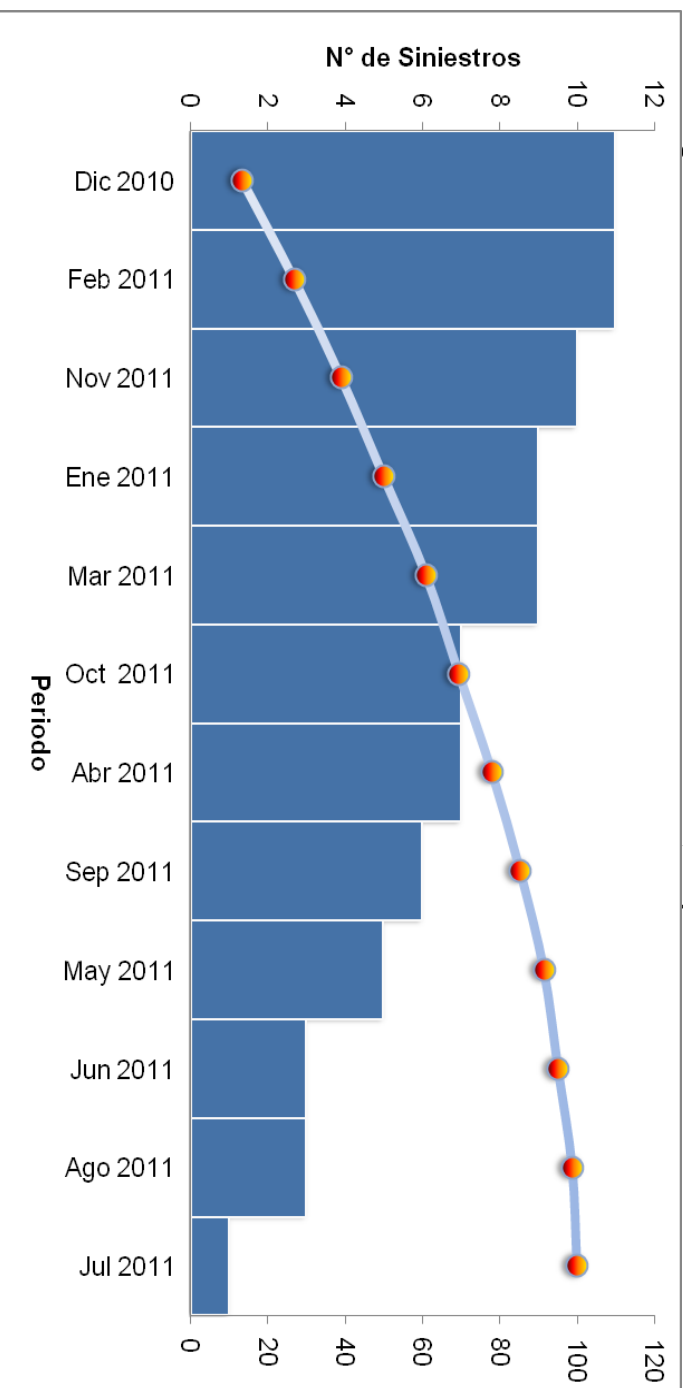
Periodo	Nº de Siniestros Clave 10-6	% Acumulado del Total
Diciembre 2010	11	13,41
Febrero 2011	11	26,83
Noviembre 2011	10	39,02
Enero 2011	9	50,00
Marzo 2011	9	60,98
Octubre 2011	7	69,51
Abril 2011	7	78,05
Septiembre 2011	6	85,37
Mayo 2011	5	91,46
Junio 2011	3	95,12
Agosto 2011	3	98,78
Julio 2011	1	100,00

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al Pareto de la tabla 7.13, los meses con mayor ocurrencia de siniestros del tipo 10-6 y los que influyen en más del 80% de la criticidad del periodo son 8, excluyendo los meses de mayo, junio, agosto y julio.

La representación gráfica del diagrama de Pareto calculado en la tabla 7.13, se puede visualizar en el Gráfico 7.6.

Gráfico 7.6 - Diagrama de Pareto “Clasificación de Siniestros Clave 10-6, del periodo en estudio”



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al Diagrama de Pareto “Clasificación de siniestros Clave 10-6 Según Periodo”, se observa que los meses con más siniestros clave 10-6 se produjeron, fueron diciembre, 2010, febrero 2011, noviembre 2011, enero 2011, octubre 2011, abril 2011 y septiembre 2011.

7.1.4 Información servicios CLAVE 10-8 (Otros servicios de emergencia o apoyo brindado por bomberos)

Con la información de los informes de servicio, se diseñó el siguiente diagrama de Pareto, para poder obtener los periodos con más siniestros del tipo 10-8, que se produjeron durante el periodo diciembre 2010 a noviembre 2011.

Al igual que en las tablas anteriores, se desarrolló el diagrama de Pareto para la obtención de los datos.

Tabla 7.14 - Pareto “Clasificación de Siniestros Clave 10-8, del periodo en estudio”

Periodo	N° de Siniestros Clave 10-8	N° de Siniestros Clave 10-8 Acumulado	% del Total	% Acumulado del Total
Diciembre 2010	12	12	16,67	16,67
Noviembre 2011	10	22	13,89	30,56
Septiembre 2011	9	31	12,50	43,06
Enero 2011	7	38	9,72	52,78
Marzo 2011	7	45	9,72	62,50
Julio 2011	6	51	8,33	70,83
Octubre 2011	5	56	6,94	77,78
Junio 2011	4	60	5,56	83,33
Febrero 2011	3	63	4,17	87,50
Abril 2011	3	66	4,17	91,67
Mayo 2011	3	69	4,17	95,83
Agosto 2011	3	72	4,17	100,00
TOTAL	72		100,00	

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente paso, se debe marcar todos los periodos donde el % Acumulado del Total alcance el 80%.

Tabla 7.15 - Pareto Resumen “Clasificación de Siniestros Clave 10-8, del periodo en estudio”

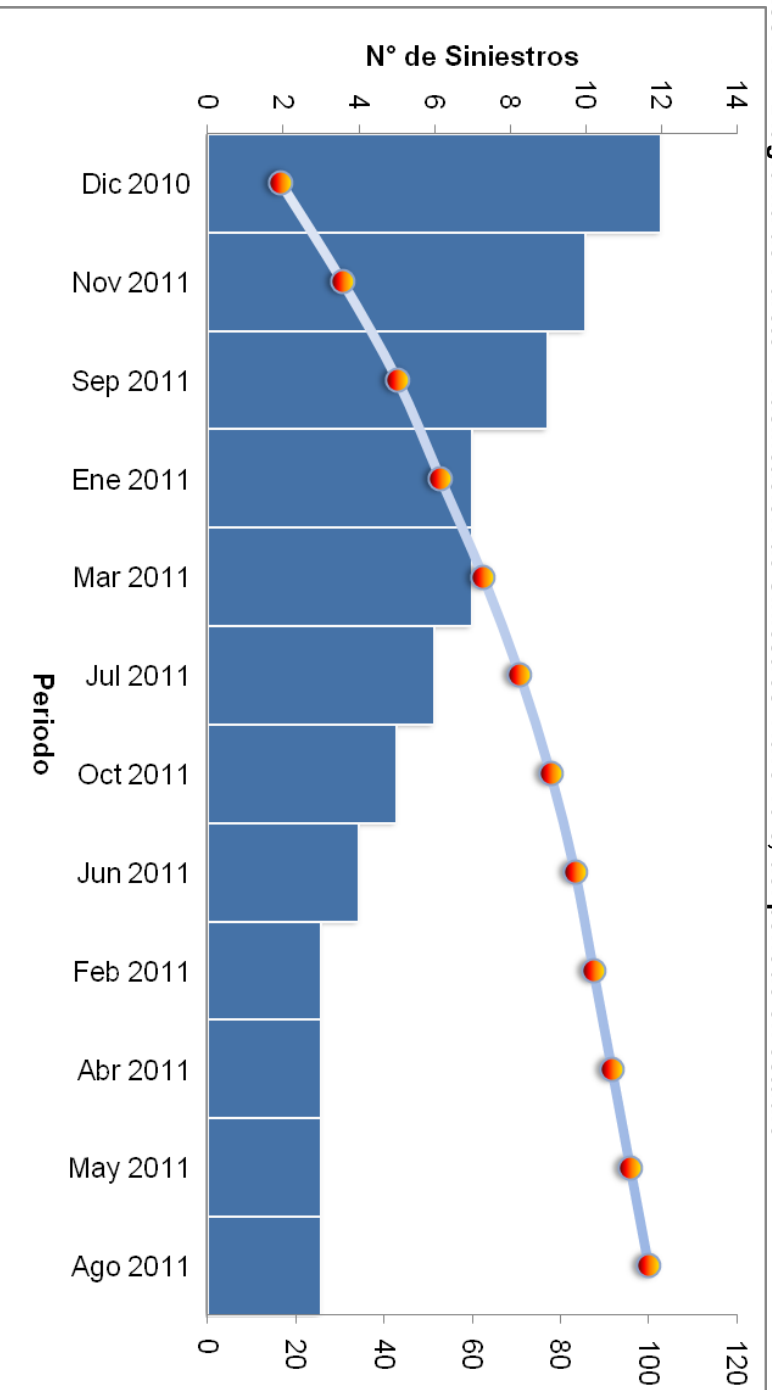
Periodo	N° de Siniestros Clave 10-8	% Acumulado del Total
Diciembre 2010	12	16,67
Noviembre 2011	10	30,56
Septiembre 2011	9	43,06
Enero 2011	7	52,78
Marzo 2011	7	62,50
Julio 2011	6	70,83
Octubre 2011	5	77,78
Junio 2011	4	83,33
Febrero 2011	3	87,50
Abril 2011	3	91,67
Mayo 2011	3	95,83
Agosto 2011	3	100,00

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al Pareto de la tabla 7.15, los meses con mayor ocurrencia de siniestros del tipo 10-8 y los que influyen en más del 80% de la criticidad del periodo son 8, excluyendo los meses de febrero, abril, mayo y agosto.

La representación gráfica del diagrama de Pareto calculado en la tabla 7.15, se puede visualizar en el Gráfico 7.7.

Gráfico 7.7 - Diagrama de Pareto “Clasificación de Siniestros Clave 10-8, del periodo en estudio”



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al Diagrama de Pareto “Clasificación de siniestros Clave 10-8 Según Periodo”, se observa que los meses con más siniestros clave 10-8 se produjeron en diciembre, 2010, febrero 2011, noviembre 2011, septiembre 2011, enero 2011, marzo 2011, julio 2011, octubre 2011, junio 2011, abril 2011, mayo 2011 y agosto 2011.

7.2 Información de los informes de servicios del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo (diciembre 2010 a noviembre 2011)

En base a la información recopilada de los informes de servicios del periodo respectivo que se pueden observar en los Anexos 3 y 4, y luego de encontrados (mediante los diagramas de Pareto) los tipos de siniestros que se producen con mayor frecuencia y los meses más críticos de la ocurrencia de estos, se pudo obtener la ubicación de los cuatro puntos con más siniestralidad en la comuna de San Bernardo.

Además de estos puntos descubiertos, se observó que existen dos focos que no aparecen dentro de las estadísticas de siniestros, pero que son importantes de destacar y considerar dentro del estudio, por su alta incidencia al momento de que se presente una emergencia. Estos puntos se localizan uno en el Parque industrial Puerta Sur y el otro en el Mall Plaza Sur.

Los puntos reconocidos son los que se detallan en la Figura 7.1.

Figura 8.1 - Focos de riesgo de siniestros en la comuna de San Bernardo



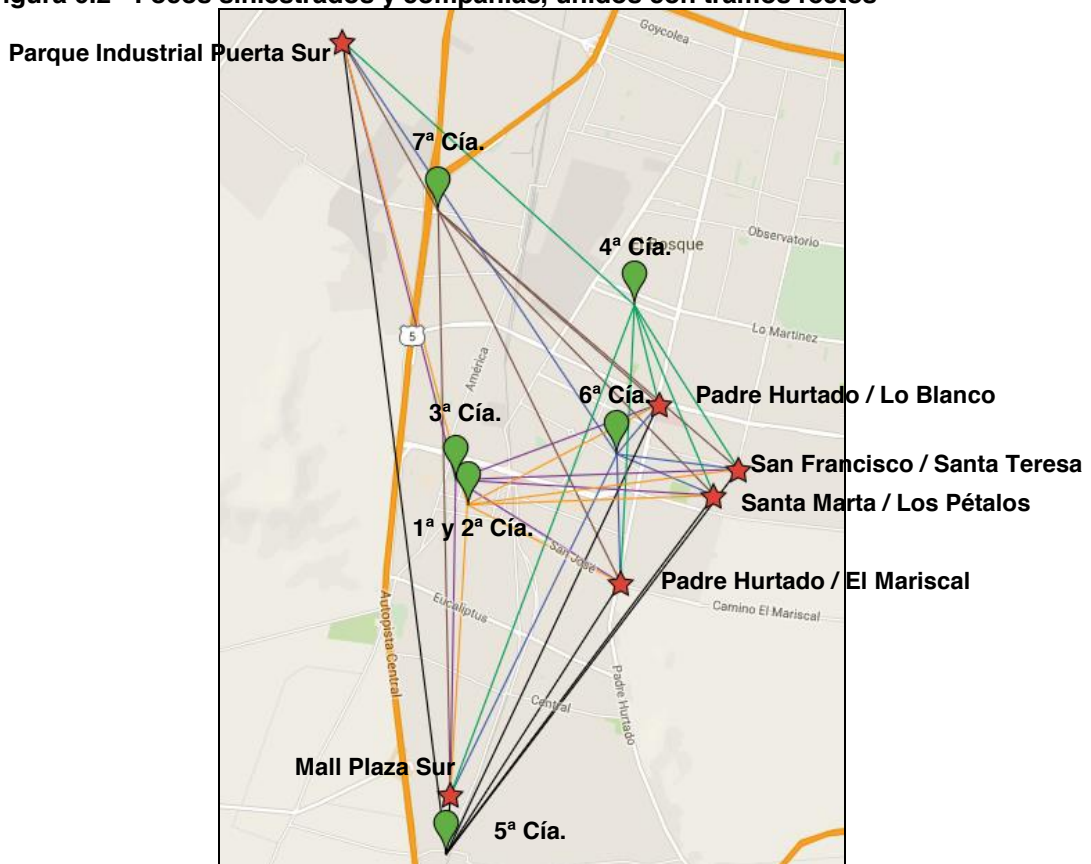
Fuente: Elaboración Propia

7.3 Cálculo de distancia entre las Compañías y los puntos con mayor siniestrabilidad de la comuna de San Bernardo

Luego de haber realizado el proceso de reconocimiento de los focos de alto riesgo, se realizó el cálculo de las distancias entre estos puntos y cada compañía (distancias en línea recta y en Kilómetros).

El primer paso fue llevar los focos siniestrados y cada compañía a la aplicación Google Maps. Posteriormente, se unieron en línea recta cada una de las compañías con los focos respectivos, para obtener de esta forma las distancias entre ellos, como se visualiza en la siguiente figura:

Figura 9.2 - Focos siniestrados y compañías, unidos con tramos rectos



Fuente: Elaboración Propia

- ★ = Focos Siniestrados
- = Compañías de Bomberos
- = Tramo entre compañías y puntos siniestrados

Las distancias en línea recta y en km entre cada foco siniestrado y cada compañía de bomberos, obtenida desde google maps del paso anterior, se observan en la siguiente tabla:

Tabla 7.16 - Distancias en línea recta desde compañías a focos siniestrados (km)

Cía.	Padre Hurtado / El Mariscal km	Padre Hurtado / Lo Blanco km	San Francisco / Santa Teresa km	Santa Marta / Los Pétalos km	Parque Industrial Puerta Sur km	Mall Plaza Sur km
1 ^a	2,34	2,95	3,74	3,37	6,56	3,98
2 ^a	2,34	2,95	3,74	3,37	6,56	3,98
3 ^a	2,65	2,96	3,87	3,53	6,19	4,31
4 ^a	3,80	1,39	2,66	2,82	5,38	7,16
5 ^a	4,40	6,80	6,60	6,12	11,20	0,80
6 ^a	1,76	0,89	1,68	1,44	6,78	5,19
7 ^a	5,66	4,01	5,42	5,42	2,66	7,99

Fuente: Elaboración Propia

7.4 Factores de complejidad por tramo

Debido a que las distancias de la Tabla 7.16 fueron tomadas en línea recta y no son el fiel reflejo de la realidad del tramo que deben recorrer los carros, fue esencial aplicar un factor de complejidad a cada tramo que une las compañías y los lugares siniestrados.

Este factor es un valor que se le debe aplicar a cada tramo, para aproximar las distancias tomadas en línea recta y llevarlas a distancias más reales.

De acuerdo a lo indicado por quienes acuden a los siniestros, se asignó el respectivo factor a cada tramo. Se definió 1,0 como complejidad baja y 1,5 como complejidad alta.

Tabla 7.17 - Factor de complejidad de las rutas (Fc)

Cía.	Padre Hurtado / El Mariscal	Padre Hurtado / Lo Blanco	San Francisco / Santa Teresa	Santa Marta / Los Pétalos	Parque Industrial Puerta Sur	Mall Plaza Sur
1 ^a	1,10	1,20	1,30	1,30	1,20	1,30
2 ^a	1,10	1,20	1,30	1,30	1,20	1,30
3 ^a	1,10	1,20	1,30	1,30	1,20	1,30
4 ^a	1,30	1,10	1,20	1,30	1,10	1,50
5 ^a	1,10	1,20	1,10	1,10	1,50	1,00
6 ^a	1,10	1,00	1,10	1,10	1,30	1,30
7 ^a	1,40	1,30	1,40	1,40	1,00	1,20

Luego de calcular el factor de complejidad, este es aplicado a cada tramo, en base a la ecuación 7.1, obteniéndose los resultados que se ven en la tabla 7.18.

Ecuación 7.1 - Cálculo de distancia (con Factor de Complejidad)

$$Df_{(C-F)} = Di_{(C-F)} * Fc$$

Fuente: Elaboración Propia

$Df_{(C-F)}$ = Distancia final entre Compañía y el Foco siniestrado.

$Di_{(C-F)}$ = Distancia inicial entre Compañía y el Foco siniestrado.

Fc = Factor de Complejidad.

Tabla 7.18 - Distancia con Factor de complejidad de las rutas (km) ($Df_{(C-F)}$)

Cía.	Padre Hurtado / El Mariscal	Padre Hurtado / Lo Blanco	San Francisco / Santa Teresa	Santa Marta / Los Pétalos	Parque Industrial Puerta Sur	Mall Plaza Sur
1 ^a	2,57	3,54	4,86	4,38	7,87	5,17
2 ^a	2,57	3,54	4,86	4,38	7,87	5,17
3 ^a	2,92	3,55	5,03	4,59	7,43	5,60
4 ^a	4,94	1,53	3,19	3,67	5,92	10,74
5 ^a	4,84	8,16	7,26	6,73	16,80	0,80
6 ^a	1,94	0,89	1,85	1,58	8,81	6,75
7 ^a	7,92	5,21	7,59	7,59	2,66	9,59

Fuente: Elaboración Propia

7.5 Cálculo de proporcionalidad de la ruta en %

Debido a que la ruta para llegar al foco siniestrado, en algunos casos es una mezcla entre ciudad y carretera, en otros es sólo en una u otra, es necesario diferenciar que porcentajes de carretera o ciudad es por donde circulará el carro y si es que existen otras alternativas, ya que las velocidades de circulaciones para ambas son diferentes.

El valor en porcentaje, indica cuanto del tramo recorrido es por ciudad o carretera, siendo la suma de ellos un 100%. Se propone dos alternativas para este cálculo, de la que se tomará la más representativa y real a la hora de acudir a siniestros, cómo se muestran en las siguientes tablas.

De la Tabla 7.19, se escogió la alternativa 1, como la más representativa del recorrido al punto siniestrado ubicado en Padre Hurtado con El Mariscal.

Tabla 7.19 - % estimados de tramos en carretera y ciudad de la ruta. Mejor alternativa a Padre Hurtado / El Mariscal

Cía.	Padre Hurtado / El Mariscal			
	Alternativa 1		Alternativa 2	
	Ciudad	Carretera	Ciudad	Carretera
1 ^a	100%			
2 ^a	100%			
3 ^a	100%			
4 ^a	100%			
5 ^a	100%			
6 ^a	100%			
7 ^a	50%	50%	100%	

Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla 7.20, se escogió la alternativa 1, como la más representativa del recorrido al punto siniestrado ubicado en Padre Hurtado con Lo Blanco.

Tabla 7.20 - % estimados de tramos en carretera y ciudad de la ruta. Mejor alternativa a Padre Hurtado / Lo Blanco

Cía.	Padre Hurtado / Lo Blanco			
	Alternativa 1		Alternativa 2	
	Ciudad	Carretera	Ciudad	Carretera
1 ^a	100%			
2 ^a	100%			
3 ^a	100%			
4 ^a	100%			
5 ^a	100%			
6 ^a	100%			
7 ^a	80%	20%	100%	

Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla 7.21, se escogió la alternativa 1, como la más representativa del recorrido al punto siniestrado ubicado en San Francisco con Santa Teresa.

Tabla 7.21 - % estimados de tramos en carretera y ciudad de la ruta. Mejor alternativa a San Francisco / Santa Teresa

Cía.	San Francisco / Santa Teresa			
	Alternativa 1		Alternativa 2	
	Ciudad	Carretera	Ciudad	Carretera
1 ^a	100%			
2 ^a	100%			
3 ^a	100%			
4 ^a	100%			
5 ^a	100%			
6 ^a	100%			
7 ^a	50%	50%	100%	

Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla 7.22, se escogió la alternativa 1, como la más representativa del recorrido al punto siniestrado ubicado en Santa Marta con Los Pétalos.

Tabla 7.22 - % estimados de tramos en carretera y ciudad de la ruta. Mejor alternativa a Santa Marta / Los Pétalos

Cía.	Santa Marta / Los Pétalos			
	Alternativa 1		Alternativa 2	
	Ciudad	Carretera	Ciudad	Carretera
1 ^a	100%			
2 ^a	100%			
3 ^a	100%			
4 ^a	100%			
5 ^a	100%			
6 ^a	100%			
7 ^a	50%	50%	100%	

Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla 7.23, se escogió la alternativa 1, como la más representativa del recorrido al punto siniestrado ubicado en Parque Industrial Puerta Sur.

Tabla 7.23 - % estimados de tramos en carretera y ciudad de la ruta. Mejor alternativa a Parque Industrial Puerta Sur

Cía.	Parque Industrial Puerta Sur			
	Alternativa 1		Alternativa 2	
	Ciudad	Carretera	Ciudad	Carretera
1 ^a	13%	87%		
2 ^a	13%	87%		
3 ^a	10%	90%		
4 ^a	99%	1%		
5 ^a	1%	99%		
6 ^a	98%	2%	50%	50%
7 ^a	100%			

Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla 7.24, se escogió la alternativa 1, como la más representativa del recorrido al punto siniestrado ubicado en Mall Plaza Sur.

Tabla 7.24 - % estimados de tramos en carretera y ciudad de la ruta. Mejor alternativa a Mall Plaza Sur

Cía.	Mall Plaza Sur			
	Alternativa 1		Alternativa 2	
	Ciudad	Carretera	Ciudad	Carretera
1 ^a	15%	85%	100%	
2 ^a	15%	85%	100%	
3 ^a	10%	90%	100%	
4 ^a	40%	60%	100%	
5 ^a	100%		100%	
6 ^a	30%	70%	100%	
7 ^a	100%		100%	

Fuente: Elaboración Propia

7.6 Cálculo de proporcionalidad de la ruta en kilómetros

Luego de obtenidos los porcentajes en ciudad y carretera de los tramos recorridos hacia los focos siniestrados, se calcula la distancia en km con factor incluido de la siguiente forma.

Ecuación 7.2 - Cálculo de distancia en km en Ciudad (con Factor de Complejidad)

$$\text{Tramo en Ciudad (km)} = \text{Distancia Original} * \% \text{ Ciudad}$$

Fuente: Elaboración Propia

Ecuación 7.3 - Cálculo de distancia en Km en Carretera (con Factor de Complejidad)

$$\text{Tramo en Carretera (km)} = \text{Distancia Original} * \% \text{ Carretera}$$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.25 - Distancias con % aplicado a los tramos de carretera y ciudad Padre Hurtado / El Mariscal

Cía.	Padre Hurtado / El Mariscal	
	Alternativa 1	
	Ciudad km	Carretera km
1 ^a	2,57	0,00
2 ^a	2,57	0,00
3 ^a	2,92	0,00
4 ^a	4,94	0,00
5 ^a	4,84	0,00
6 ^a	1,94	0,00
7 ^a	3,96	3,96

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.26 - Distancias con % aplicado a los tramos de carretera y ciudad Padre Hurtado / Lo Blanco

Cía.	Padre Hurtado / Lo Blanco	
	Alternativa 1	
	Ciudad km	Carretera km
1 ^a	3,54	0,00
2 ^a	3,54	0,00
3 ^a	3,55	0,00
4 ^a	1,53	0,00
5 ^a	8,16	0,00
6 ^a	0,89	0,00
7 ^a	4,17	1,04

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.27 - Distancias con % aplicado a los tramos de carretera y ciudad San Francisco / Santa Teresa

Cía.	San Francisco / Santa Teresa	
	Alternativa 1	
	Ciudad km	Carretera km
1 ^a	4,86	0,00
2 ^a	4,86	0,00
3 ^a	5,03	0,00
4 ^a	3,19	0,00
5 ^a	7,26	0,00
6 ^a	1,85	0,00
7 ^a	3,79	3,79

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.28 - Distancias con % aplicado a los tramos de carretera y ciudad Santa Marta / Los Pétalos

Cía.	Santa Marta / Los Pétalos	
	Alternativa 1	
	Ciudad km	Carretera km
1 ^a	4,38	0,00
2 ^a	4,38	0,00
3 ^a	4,59	0,00
4 ^a	3,67	0,00
5 ^a	6,73	0,00
6 ^a	1,58	0,00
7 ^a	3,79	3,79

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.29 - Distancias con % aplicado a los tramos de carretera y ciudad Parque Industrial Puerta Sur

Cía.	Parque Industrial Puerta Sur	
	Alternativa 1	
	Ciudad km	Carretera km
1 ^a	1,02	6,85
2 ^a	1,02	6,85
3 ^a	0,74	6,69
4 ^a	5,86	0,06
5 ^a	0,17	16,63
6 ^a	8,64	0,18
7 ^a	2,66	0,00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.30 - Distancias con % aplicado a los tramos de carretera y ciudad Mall Plaza Sur

Cía.	Mall Plaza Sur	
	Alternativa 1	
	Ciudad km	Carretera km
1 ^a	0,78	4,40
2 ^a	0,78	4,40
3 ^a	0,56	5,04
4 ^a	4,30	6,44
5 ^a	0,80	0,00
6 ^a	2,02	4,72
7 ^a	9,59	0,00

Fuente: Elaboración Propia

La idea de identificar si los tramos a recorrer eran en ciudad o carretera, está relacionado con las velocidades con las que se puede mover el material mayor a cada siniestro. Como se puede observar en las tablas 7.25 a 7.30, al ser tramos mixtos, se decidió tomar como velocidad promedio de circulación la de 60 km/h, es por este motivo, que los valores de la tabla 7.31 coincide con los valores de la tabla 7.18.

Ecuación 7.4 - Distancia Real de Compañía a Siniestro

$$\text{DR de Compañía a Siniestro (km)} = \text{Ciudad (km)} + \text{Carretera (km)}$$

Fuente: Elaboración Propia

Los cálculos obtenidos de la información obtenida de las tablas 7.25 a la 7.30 con la Ecuación 7.4, se resumen en la tala 7.31, que es la que nos servirá de apoyo para desarrollar el cálculo del método de asignación (método Húngaro).

Tabla 7.31 - Tabla Final Reducida (km).

Cía.	Padre Hurtado / El Mariscal km	Padre Hurtado / Lo Blanco km	San Francisco / Santa Teresa km	Santa Marta / Los Pétalos km	Parque Industrial Puerta Sur km	Mall Plaza Sur km
1 ^a	2,57	3,54	4,86	4,38	7,87	5,17
2 ^a	2,57	3,54	4,86	4,38	7,87	5,17
3 ^a	2,92	3,55	5,03	4,59	7,43	5,60
4 ^a	4,94	1,53	3,19	3,67	5,92	10,74
5 ^a	4,84	8,16	7,26	6,73	16,80	0,80
6 ^a	1,94	0,89	1,85	1,58	8,81	6,75
7 ^a	7,92	5,21	7,59	7,59	2,66	9,59

Fuente: Elaboración Propia

7.7 Cálculo de costos por tramo en \$

Basados en la tabla de distancias entre compañías y los puntos siniestrados, se pudo obtener el costo que se genera al recorrer cada tramo.

Tabla 7.32 - Distancias en (km)

Cía.	Padre Hurtado / El Mariscal km	Padre Hurtado / Lo Blanco km	San Francisco / Santa Teresa km	Santa Marta / Los Pétalos km	Parque Industrial Puerta Sur km	Mall Plaza Sur km
1 ^a	2,57	3,54	4,86	4,38	7,87	5,17
2 ^a	2,57	3,54	4,86	4,38	7,87	5,17
3 ^a	2,92	3,55	5,03	4,59	7,43	5,60
4 ^a	4,94	1,53	3,19	3,67	5,92	10,74
5 ^a	4,84	8,16	7,26	6,73	16,80	0,80
6 ^a	1,94	0,89	1,85	1,58	8,81	6,75
7 ^a	7,92	5,21	7,59	7,59	2,66	9,59

Fuente: Elaboración Propia

En primer lugar, apoyándonos en el rendimiento aproximado de un carro (4 km/l), obtendremos el combustible necesario para cada tramo (Tabla 7.33).

Ecuación 7.5 - Combustible necesario por tramo en litros (l)

$$\text{Combustible Necesario (l)} = (1l * \text{Distancia en km}) / 4$$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.33 - Combustible necesario por tramo en litros (l)

Cía.	Padre Hurtado / El Mariscal l	Padre Hurtado / Lo Blanco l	San Francisco / Santa Teresa l	Santa Marta / Los Pétalos l	Parque Industrial Puerta Sur l	Mall Plaza Sur l
1 ^a	0,64	0,89	1,22	1,10	1,97	1,29
2 ^a	0,64	0,89	1,22	1,10	1,97	1,29
3 ^a	0,73	0,89	1,26	1,15	1,86	1,40
4 ^a	1,24	0,38	0,80	0,92	1,48	2,69
5 ^a	1,21	2,04	1,82	1,68	4,20	0,20
6 ^a	0,48	0,22	0,46	0,40	2,20	1,69
7 ^a	1,98	1,30	1,90	1,90	0,67	2,40

Con los litros necesarios por tramo que se visualiza en la tabla 7.33 y con el valor del periodo en estudio del combustible de \$507,40, se calculó el costo necesario de transporte de la maquinaria desde el punto de origen y el de llegada en pesos.

Ecuación 7.6 - Costo combustible tramo ida (\$)

$$\text{Costo combustible tramo ida (\$)} = \text{Litros por tramo(l)} * \$507,40$$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.34 - Costo combustible tramo ida en (\$)

Cía.	Padre Hurtado / El Mariscal \$	Padre Hurtado / Lo Blanco \$	San Francisco / Santa Teresa \$	Santa Marta / Los Pétalos \$	Parque Industrial Puerta Sur \$	Mall Plaza Sur \$
1 ^a	327	449	617	556	999	656
2 ^a	327	449	617	556	999	656
3 ^a	370	451	638	582	942	711
4 ^a	627	194	405	465	751	1362
5 ^a	614	1035	921	854	2131	102
6 ^a	246	113	234	201	1118	856
7 ^a	1005	661	963	963	337	1216

Fuente: Elaboración Propia

El cálculo del costo ida y vuelta, es el valor que aparece en la Tabla 7.34 multiplicado por 2 como se ve en la siguiente tabla.

Tabla 7.35 - Costo combustible tramo ida y vuelta en (\$)

Cía.	Padre Hurtado / El Mariscal \$	Padre Hurtado / Lo Blanco \$	San Francisco / Santa Teresa \$	Santa Marta / Los Pétalos \$	Parque Industrial Puerta Sur \$	Mall Plaza Sur \$
1 ^a	653	898	1233	1111	1997	1313
2 ^a	653	898	1233	1111	1997	1313
3 ^a	740	901	1276	1164	1884	1421
4 ^a	1253	388	810	930	1501	2725
5 ^a	1228	2070	1842	1708	4262	204
6 ^a	491	227	469	402	2236	1712
7 ^a	2010	1323	1925	1925	675	2432

Fuente: Elaboración Propia

8 Formulación

Luego del análisis de la información involucrada en la problemática, la bibliografía y casos existentes, se pudo llegar a la conclusión, que la mejor opción para resolver el problema, es mediante la aplicación del método Húngaro.

La utilización de este método, nos da las directrices para visualizar que compañía es la más óptima a la hora de ser asignada a un respectivo foco siniestrado.

La formulación matemática del método nos indica:

Restricciones de No Negatividad y variables

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si el asignado } i \text{ realiza la tarea} \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

Para

$i = 1, 2, \dots, n = 5$ compañías
 $j = 1, 2, 3, \dots, n = 5$ focos siniestrados
 x = Distancia entre el punto y el foco
 C = Costo asociado

$$Z_{\min} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1$$

Para $i = 1, 2, \dots, 5$, Que las compañías vayan de la Primera a la Quinta.

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1$$

Para $j = 1, 2, \dots, 5$, Que los puntos siniestrados vayan del 1 al 5.

$$X_{ij} = 1 \text{ enteras toda } i \text{ y } j$$

$$X_{ij} = 1 \geq 0$$

8.1 Resolución método Húngaro

1^{er} Paso

Para desarrollar el método Húngaro, lo primero que se debe realizar es la comprobación del balanceo de la tabla. En el caso de estudio, efectivamente se encuentra balanceado, ya que tenemos 5 compañías y 5 focos de alto riesgo. La tabla quedó balanceada al unir la primera, segunda y tercera compañía, que se localizan muy cercanas entre sí, además de unir los puntos ubicados en San Francisco con Santa Teresa y Santa Marta con Los Pétalos, dejando el punto San Francisco con Santa Marta como el definitivo.

Los valores son el promedio de ellas y se observa en la primera fila y en la tercera columna de la tabla, respectivamente.

Tabla 8.1 - Tabla final balanceada (km)

Cía.	Padre Hurtado / El Mariscal km	Padre Hurtado / Lo Blanco km	San Francisco/ Santa Marta km	Parque Industrial Puerta Sur km	Mall Plaza Sur km
1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	2,69	3,54	4,68	7,72	5,32
4 ^a	4,94	1,53	3,43	5,92	10,74
5 ^a	4,84	8,16	7,00	16,80	0,80
6 ^a	1,94	0,89	1,72	8,81	6,75
7 ^a	7,92	5,21	7,59	2,66	9,59

Fuente: Elaboración Propia

2^{do} Paso

El segundo paso a realizar, de acuerdo a lo indicado por el método Húngaro, es descubrir el menor valor que se encuentra en cada fila, en el caso de estudio se puede observar al lado derecho de la tabla y en color rojo.

Tabla 8.2 - Menores valores de cada fila

Cía.	Padre Hurtado / El Mariscal km	Padre Hurtado / Lo Blanco km	San Francisco / Santa Marta km	Parque Industrial Puerta Sur km	Mall Plaza Sur km	
1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	2,69	3,54	4,68	7,72	5,32	2,69
4 ^a	4,94	1,53	3,43	5,92	10,74	1,53
5 ^a	4,84	8,16	7,00	16,80	0,80	0,80
6 ^a	1,94	0,89	1,72	8,81	6,75	0,89
7 ^a	7,92	5,21	7,59	2,66	9,59	2,66

Fuente: Elaboración Propia

Menor valor Primera fila : 2,69
 Menor valor Segunda fila : 1,53
 Menor valor Tercera fila : 0,80
 Menor valor Cuarta fila : 0,89
 Menor valor Quinta fila : 2,66

Luego de encontrado el menor valor, este es restado a todos los campos de la fila, por lo tanto, la tabla queda de la siguiente forma:

Tabla 14 - Tabla Final Reducida (menor valor de cada fila)

Cía.	Padre Hurtado / El Mariscal km	Padre Hurtado / Lo Blanco km	San Francisco / Santa Marta km	Parque Industrial Puerta Sur km	Mall Plaza Sur km
1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	(2,69 - 2,69)	(3,54 - 2,69)	(4,68 - 2,69)	(7,72 - 2,69)	(5,32 - 2,69)
4 ^a	(4,94 - 1,53)	(1,53 - 1,53)	(3,43 - 1,53)	(5,92 - 1,53)	(10,74 - 1,53)
5 ^a	(4,84 - 0,80)	(8,16 - 0,80)	(7,00 - 0,80)	(16,80 - 0,80)	(0,80 - 0,80)
6 ^a	(1,94 - 0,89)	(0,89 - 0,89)	(1,72 - 0,89)	(8,81 - 0,89)	(6,75 - 0,89)
7 ^a	(7,92 - 2,66)	(5,21 - 2,66)	(7,59 - 2,66)	(2,66 - 2,66)	(9,59 - 2,66)

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.4 - Tabla Final Reducida menos el menor valor de la fila

Cía.	Padre Hurtado / El Mariscal	Padre Hurtado / Lo Blanco	San Francisco / Santa Marta	Parque Industrial Puerta Sur	Mall Plaza Sur
1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	0,00	0,86	2,00	5,04	2,63
4 ^a	3,41	0,00	1,90	4,39	9,21
5 ^a	3,31	7,36	6,19	16,00	0,00
6 ^a	0,41	0,00	0,82	7,92	5,85
7 ^a	6,40	2,55	4,93	0,00	6,93

Fuente: Elaboración Propia

3^{er} Paso

El siguiente paso a realizar, de acuerdo a lo indicado por el método Húngaro, es descubrir el menor valor que se encuentra en cada columna.

Tabla 8.5 - Menores Valores de cada columna

Cía.	Padre Hurtado / El Mariscal	Padre Hurtado / Lo Blanco	San Francisco / Santa Marta	Parque Industrial Puerta Sur	Mall Plaza Sur
1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	0,00	0,86	2,00	5,04	2,63
4 ^a	3,41	0,00	1,90	4,39	9,21
5 ^a	3,31	7,36	6,19	16,00	0,00
6 ^a	0,41	0,00	0,82	7,92	5,85
7 ^a	6,40	2,55	4,93	0,00	6,93
	0,00	0,00	0,82	0,00	0,00

Fuente: Elaboración Propia

Menor valor Primera columna : 0,00
 Menor valor Segunda columna : 0,00
 Menor valor Tercera columna : 0,82
 Menor valor Cuarta columna : 0,00
 Menor valor Quinta columna : 0,00

Luego de encontrado el menor valor, este es restado a todos los campos de la columna, por lo tanto, la tabla queda de la siguiente forma:

Tabla 8.6 - Tabla Final Reducida (menor valor de cada columna)

Cía.	Padre Hurtado / El Mariscal	Padre Hurtado / Lo Blanco	San Francisco / Santa Marta	Parque Industrial Puerta Sur	Mall Plaza Sur
1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	(0,00 – 0,00)	(0,86 – 0,00)	(2,00 – 0,82)	(5,04 – 0,00)	(2,63 – 0,00)
4 ^a	(3,41 – 0,00)	(0,00 – 0,00)	(1,90 – 0,82)	(4,39 – 0,00)	(9,21 – 0,00)
5 ^a	(3,31 – 0,00)	(7,36 – 0,00)	(6,19 – 0,82)	(16,00 – 0,00)	(0,00 – 0,00)
6 ^a	(0,41 – 0,00)	(0,00 – 0,00)	(0,82 – 0,82)	(7,92 – 0,00)	(5,85 – 0,00)
7 ^a	(6,40 – 0,00)	(2,55 – 0,00)	(4,93 – 0,82)	(0,00 – 0,00)	(6,93 – 0,00)
	0,00	0,00	0,82	0,00	0,00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.7 - Tabla Final Reducida menos el menor valor de la columna

Cía.	Padre Hurtado / El Mariscal	Padre Hurtado / Lo Blanco	San Francisco / Santa Marta	Parque Industrial Puerta Sur	Mall Plaza Sur
1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	0,00	0,86	1,17	5,04	2,63
4 ^a	3,41	0,00	1,08	4,39	9,21
5 ^a	3,31	7,36	5,37	16,00	0,00
6 ^a	0,41	0,00	0,00	7,92	5,85
7 ^a	6,40	2,55	4,11	0,00	6,93

Fuente: Elaboración Propia

4^{to} Paso

Hay que unir la mayor cantidad de ceros resultantes, mediante una línea, si la cantidad de líneas es igual a la cantidad de columnas o filas, el sistema dio un resultado, si no es así se deben repetir los pasos.

Tabla 8.8 - Tabla Final ceros seleccionados

Cía.	Padre Hurtado / El Mariscal	Padre Hurtado / Lo Blanco	San Francisco / Santa Marta	Parque Industrial Puerta Sur	Mall Plaza Sur
1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	0,00	0,86	1,17	5,04	2,63
4 ^a	3,41	0,00	1,08	4,39	9,21
5 ^a	3,31	7,36	5,37	16,00	0,00
6 ^a	0,41	0,00	0,00	7,92	5,85
7 ^a	6,40	2,55	4,11	0,00	6,93

Fuente: Elaboración Propia

Dentro de los ceros existentes, se seleccionan aquellos que no coincidan entre sí.

Tabla 8.9 - Tabla Final Valores óptimos seleccionados

Cía.	Padre Hurtado / El Mariscal	Padre Hurtado / Lo Blanco	San Francisco / Santa Marta	Parque Industrial Puerta Sur	Mall Plaza Sur
1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	0,00	0,86	1,17	5,04	2,63
4 ^a	3,41	0,00	1,08	4,39	9,21
5 ^a	3,31	7,36	5,37	16,00	0,00
6 ^a	0,41	0,00	0,00	7,92	5,85
7 ^a	6,40	2,55	4,11	0,00	6,93

Fuente: Elaboración Propia

8.2 Resultados

De acuerdo a lo que muestra la tabla 8.9 del paso 4 del método Húngaro, no amerita una nueva iteración, por lo que el resultado es:

Se debe asignar a la compañía (1^a, 2^a o 3^a) al siniestro en **Padre Hurtado / El Mariscal**, la menor distancia a recorrer es de 2,69 km.

Se debe asignar a la compañía 4^a al siniestro en **Padre Hurtado / Lo Blanco**, la menor distancia a recorrer es de 1,53 km.

Se debe asignar a la compañía 6^a al siniestro en **San Francisco / Santa Marta**, la menor distancia a recorrer es de 1,72 km.

Se debe asignar a la compañía 7^a al siniestro en **Parque Industrial Puerta Sur**, la menor distancia a recorrer es de 2,66 km.

Se debe asignar a la compañía 5^a al siniestro en **Mall Plaza**, la menor distancia a recorrer es de 0,80 km.

8.3 Cálculos de resultados mediante el uso de WINQSB

Luego de obtenido los datos del modelo, estos pueden llevarse al programa computacional WINQSB para realizar automáticamente el cálculo y la obtención dinámicamente de los resultados.

Teniendo la matriz original, es factible desarrollar el cálculo mediante el software WINQSB.

La utilización de este sistema, facilita la obtención del resultado, para sistemas que tengan mayor cantidad de variables.

Procedimiento:

1. Se enuncia el problema: El Cuerpo de Bomberos de San Bernardo desea obtener qué compañías asignar a la hora que se produzca un siniestro en los 5 puntos críticos de la comuna obtenidos con el análisis previo. Se trabaja en base a la tabla 8.10, donde se muestran los datos obtenidos luego del análisis.

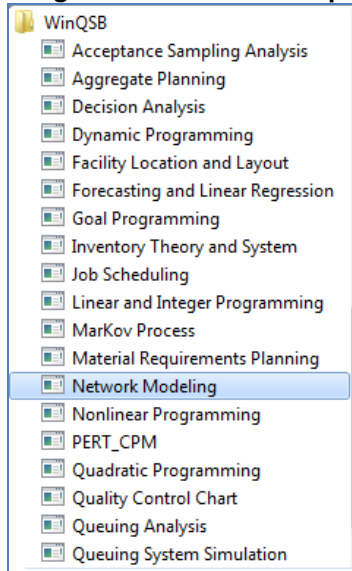
Tabla 8.10 - Tabla final balanceada para WINQSB (km)

Cía.	Padre Hurtado / El Mariscal km	Padre Hurtado / Lo Blanco km	San Francisco/ Santa Marta km	Parque Industrial Puerta Sur km	Mall Plaza Sur km
1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	2,69	3,54	4,68	7,72	5,32
4 ^a	4,94	1,53	3,43	5,92	10,74
5 ^a	4,84	8,16	7,00	16,80	0,80
6 ^a	1,94	0,89	1,72	8,81	6,75
7 ^a	7,92	5,21	7,59	2,66	9,59

Fuente: Elaboración Propia

2. Se accede al programa WINQSB, de donde se desplegará un menú con varios módulos. Se debe seleccionar el módulo **“NETWORK MODELING”**.

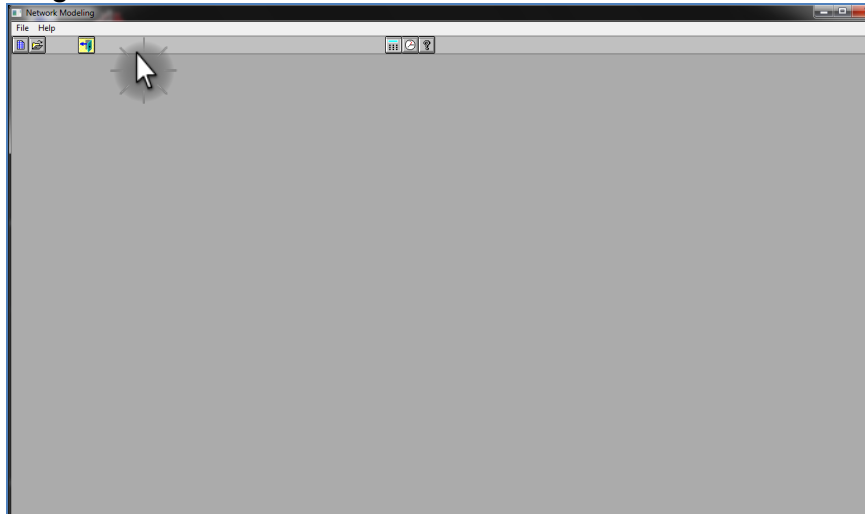
Imagen 8.1 - Módulos del programa “WINQSB”



Fuente: Programa WINQSB

3. Una vez abierto el módulo, se da clic en recuadro destacado **“Nuevo”**.

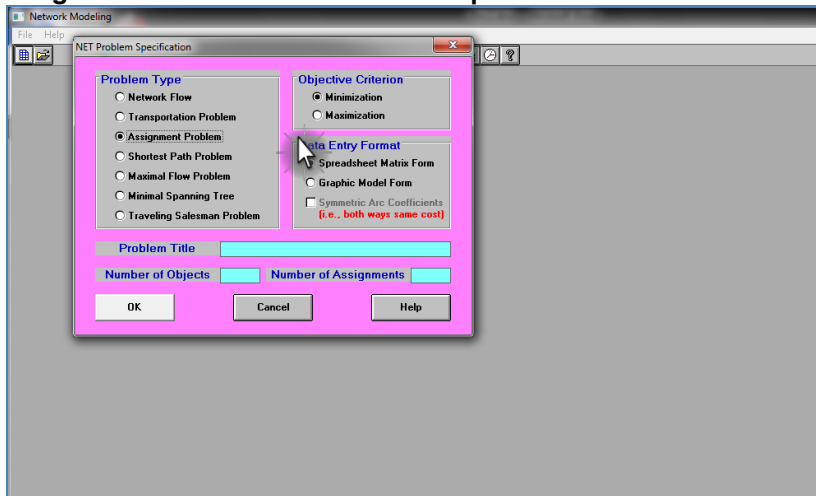
Imagen 8.2 - Pantalla inicial de módulo “NETWORK MODELING”



Fuente: Programa WINQSB

4. Luego de presionar “Nuevo” se despliega la ventana “NET Problem Specification”.

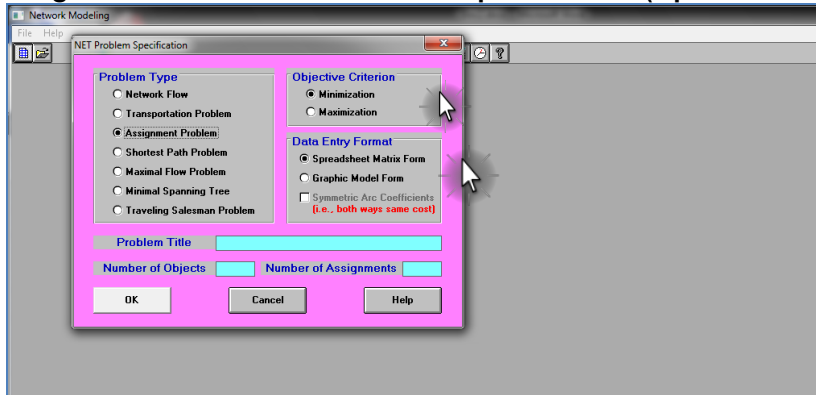
Imagen 8.3 -Pantalla “NET Problem Specification”



Fuente: Programa WINQSB

5. Del menú “**Problem Type**” se selecciona la opción “**Assignment Problem**” (Problema de asignación).

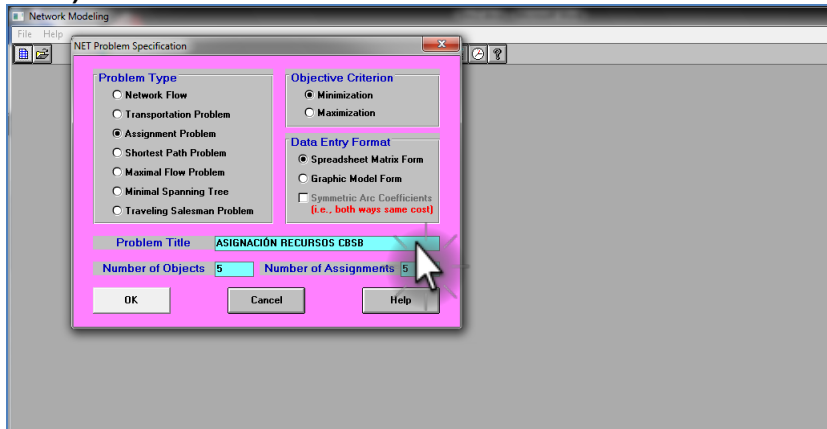
Imagen 8.4 - Pantalla “NET Problem Specification” (Opción “Assignment Problem”)



Fuente: Programa WINQSB

6. De los menús “Objective Criterion” y “Data Entry Format” se selecciona “Minimization” y “Spreadsheet Matrix Form” respectivamente.

Imagen 8.5 - Pantalla “NET Problem Specification” (Minimization y Spreadsheet Matrix Form)



Fuente: Programa WINQSB

7. En el campo **Problem Title**, se ingresa el título del problema, en este caso **ASIGNACIÓN RECURSOS CBSB**.

En los campos “**Number of Objects**” y “**Number of Assignments**” se ingresan los valores de las filas y columnas de la matriz del problema, en nuestro caso por ser una matriz cuadrada los valores serán 5 y 5 respectivamente.

Imagen N° 8.6 - Pantalla “NET Problem Specification” (Valores en campos Number of Objects y Number of Assignments)



Fuente: Programa WINQSB

8. Luego de ingresados todos los datos de la pantalla “NET Problem Specification” y al presionar el botón OK, aparece en pantalla una tabla de 5 x 5.

Imagen 8.7 - Tabla de datos 5x5

From \ To	Assignee 1	Assignee 2	Assignee 3	Assignee 4	Assignee 5
Assignment 1					
Assignment 2					
Assignment 3					
Assignment 4					
Assignment 5					

Fuente: Programa WINQSB

9. A cada celda, se le debe asignar el valor respectivo.
10. Posteriormente, se debe asignar el nombre respectivo, para esto se va al menú “Edit”, se selecciona “Node Names”, aparece una tabla, la que se debe llenar con los datos, en este caso, las compañías y los siniestros en el orden respectivo.

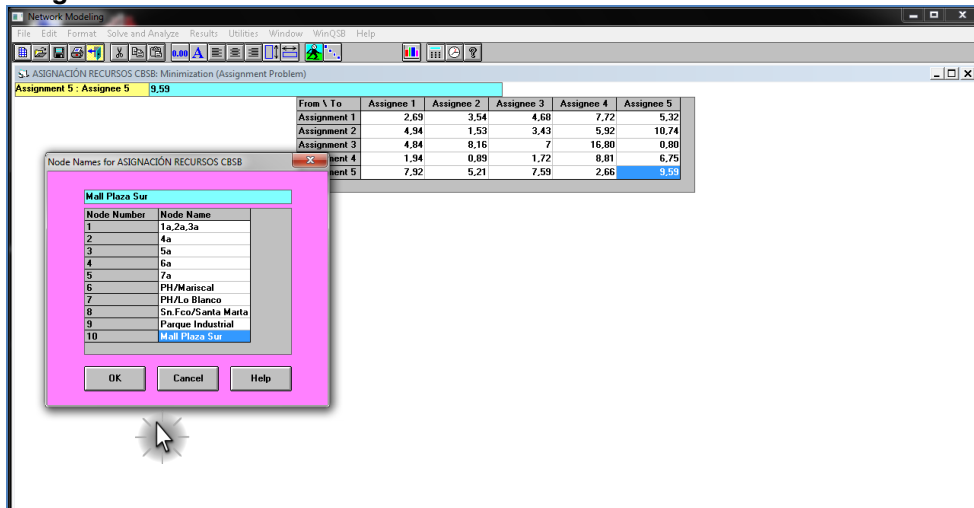
Imagen 8.8 - Ingreso de “Node Name”

From \ To	Assignee 1	Assignee 2	Assignee 3	Assignee 4	Assignee 5
Assignment 1	2,69	3,54	4,88	7,72	5,32
Assignment 2	4,94	1,53	3,43	5,92	10,74
Assignment 3	4,84	9,16	7	16,80	0,80
Assignment 4	1,54	0,89	1,72	0,91	6,75
Assignment 5	7,92	5,21	7,59	2,66	9,58

Node Number	Node Name
1	Assignment 1
2	Assignment 2
3	Assignment 3
4	Assignment 4
5	Assignment 5
6	Assignee 1
7	Assignee 2
8	Assignee 3
9	Assignee 4
10	Assignee 5

Fuente: Programa WINQSB

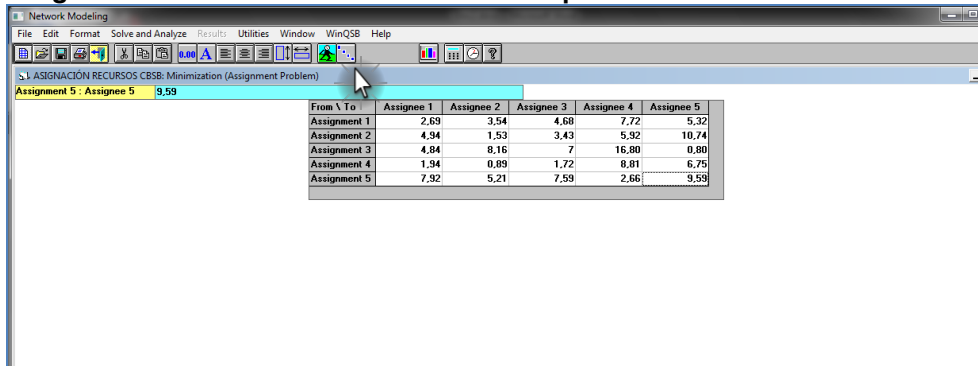
Imagen 8.9 - Datos reales de "Node Name"



Fuente: Programa WINQSB

11. Luego de ingresado los datos, se presiona el botón OK y aparece la siguiente tabla.

Imagen 8.10 - Tabla con los datos reales del problema



Fuente: Programa WINQSB

12. Posteriormente, se presiona el botón del hombre caminando, se procesa y aparece la siguiente tabla.

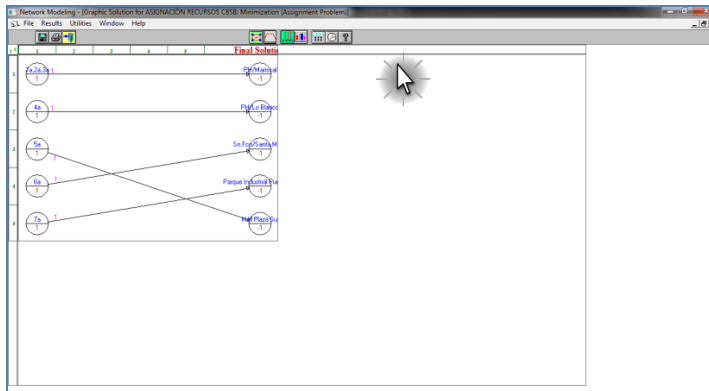
Imagen 8.11 - Resultado de asignación de recursos mediante WINQSB para el caso del Cuerpo de Bombero de San Bernardo

From	To	Assignment	Unit Cost	Total Cost	Reduced Cost	
1	1a,2a,3a	PH/Mariscal	1	269	269	0
2	4a	PH/Lo Blanco	1	153	153	0
3	5a	Mall Plaza Sur	1	90	90	0
4	6a	Sn. Fco/Santa	1	172	172	0
5	7a	Parque	1	266	266	0
Total	Objective Function	Value =		940		

Fuente: Programa WINQSB

13. Posteriormente, se puede ver la solución gráfica del problema donde indica que:
- Se debe asignar a la 1ª, 2ª o 3ª compañía al punto ubicado en las intersecciones de Padre Hurtad con Mariscal.
 - Se debe asignar a la 4ª compañía al punto ubicado en las intersecciones de Padre Hurtado con Lo Blanco.
 - Se debe asignar a la 5ª compañía al punto ubicado en el Mall Plaza Sur.
 - Se debe asignar a la 6ª compañía al punto ubicado en las intersecciones de San Francisco con Santa Marta.
 - Se debe asignar a la 7ª compañía al punto ubicado en el Parque Industrial Puerta Sur.

Imagen 8.12 - Diagrama y resultado final de asignación del problema del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo



Fuente: Programa WINQSB

9 Evaluación Económica del Impacto de la Propuesta

9.1 Asignación propuesta por método Húngaro

De acuerdo a lo obtenido mediante la utilización del método Húngaro, se desprende que las asignaciones óptimas son las marcadas en color rojo en la Tabla 9.1.

Tabla 9.1 - Valores óptimos seleccionados mediante el método Húngaro

Cía.	Padre Hurtado / Mariscal	Padre Hurtado / Lo Blanco	San Francisco / Santa Marta	Parque Industrial Puerta Sur	Mall Plaza Sur
1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	0,00	0,86	1,17	5,04	2,63
4 ^a	3,41	0,00	1,08	4,39	9,21
5 ^a	3,31	7,36	5,37	16,00	0,00
6 ^a	0,41	0,00	0,00	7,92	5,85
7 ^a	6,40	2,55	4,11	0,00	6,93

Fuente: Elaboración Propia

Esto significa que se debe asignar a:

(1^a, 2^a o 3^a) compañía al siniestro en **Padre Hurtado / El Mariscal**, ya que es esta compañía la que menos demora en llegar al siniestro.

4^a compañía al siniestro en **Padre Hurtado / Lo Blanco**, ya que es esta compañía la que demora menos en llegar al siniestro.

6^a compañía al siniestro en **San Francisco / Santa Marta**, ya que es esta compañía la que demora menos en llegar al siniestro.

7^a compañía al siniestro en **Parque Industrial Puerta Sur**, ya que es esta compañía la que demora menos en llegar al siniestro.

5^a compañía al siniestro en **Mall Plaza Sur**, ya que es esta compañía la que demora menos en llegar al siniestro.

Los costos en pesos, del recorrido hacia y desde el punto siniestrado, con un valor de \$507,4 del combustible para la fecha de estudio, se visualizan en la Tabla 9.2.

Tabla 15 - Propuesta Costo combustible tramo ida y vuelta en (\$)

Cía.	Padre Hurtado / Mariscal \$	Padre Hurtado / Lo Blanco \$	San Francisco / Santa Teresa \$	Santa Marta / Los Pétalos \$	Parque Industrial Puerta Sur \$	Mall Plaza Sur \$
1 ^a	653	898	1233	1111	1997	1313
2 ^a	653	898	1233	1111	1997	1313
3 ^a	740	901	1276	1164	1884	1421
4 ^a	1253	388	810	930	1501	2725
5 ^a	1228	2070	1842	1708	4262	204
6 ^a	491	227	469	402	2236	1712
7 ^a	2010	1323	1925	1925	675	2432

Fuente: Elaboración Propia

9.2 Asignación real de los recursos

De acuerdo a las estadísticas reales de los informes de servicios del periodo, al siniestro, se observa que los focos siniestrados, fueron socorridos por las siguientes compañías.

Tabla 9.3 - Asignación Real del recurso en el periodo en estudio

Foco Siniestrado	Cía. con mayor asignación	Costo ida y vuelta \$
Padre Hurtado / Mariscal	1 ^a Cía.	682
Padre Hurtado / Lo Blanco	6 ^a Cía.	227
San Francisco / Santa Marta	6 ^a Cía.	436
Parque Industrial Puerta Sur	Sin Información	675
Mall Plaza Sur	Sin Información	204

Fuente: Elaboración Propia

9.3 Comparación

De acuerdo a lo que se observa en el punto 9.1 y 9.2, se puede observar que la asignación realizada por el cuerpo de bomberos de San Bernardo, fue acertada, a pesar que no cuentan con una metodología o sistema que realice el proceso con patrones definidos.

9.4 Situación Actual v/s Propuesta

Para poder evaluar si los tiempos de respuestas con los que actualmente atiende el cuerpo de bomberos de San Bernardo, fue necesario hacer la comparación de los datos extraídos de registros de los informes de servicios y las distancias y tiempos resultantes luego de haber obtenido las distancias entre cada compañía y el punto en análisis.

a. Situación Actual

En los registros que tiene el Cuerpo de Bomberos de San Bernardo (Anexo 4) se observa el tiempo de respuesta que tiene cada compañía ante la asistencia a siniestros en los puntos críticos.

Tabla 9.4 - Situación actual en tiempo (min)

Cía.	Padre Hurtado / Mariscal min	Padre Hurtado / Lo Blanco min	San Francisco / Santa Marta min	Parque Industrial Puerta Sur	Mall Plaza Sur
1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	5	9	SR	PPSR	PPSR
4 ^a	SR	7	8	PPSR	PPSR
5 ^a	SR	SR	4	PPSR	PPSR
6 ^a	8	5	6	PPSR	PPSR
7 ^a	SR	SR	SR	PPSR	PPSR

Fuente: Elaboración Propia

PPSR: Punto propuesto sin registro

SR: Sin registro

b. Propuesta

Luego de haber obtenido los puntos críticos donde se generan los siniestros más significativos, luego de realizar el cálculo respectivo de distancias, se pudo desprender el tiempo que debe demorar un carro para acudir al punto siniestrado.

Tabla 9.5 - Propuesta en Distancia (km)

Cía.	Padre Hurtado / Mariscal km	Padre Hurtado / Lo Blanco km	San Francisco / Santa Marta km	Parque Industrial Puerta Sur km	Mall Plaza Sur km
1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	2,69	3,54	4,68	7,72	5,32
4 ^a	4,94	1,53	3,43	5,92	10,74
5 ^a	4,84	8,16	7,00	16,80	0,80
6 ^a	1,94	0,89	1,72	8,81	6,75
7 ^a	7,92	5,21	7,59	2,66	9,59

Fuente: Elaboración Propia

Para poder obtener el tiempo que debe demorar cada compañía, se debe aplicar la fórmula de cálculo de tiempo:

$$Tt = \frac{1 \text{ h} * Tcs \text{ (km)}}{60 \text{ km}}$$

Tt = Tiempo que se demora en el tramo respectivo

Tcs = Tramo de Compañía a Siniestro

60 km/h = Velocidad permitida en Ciudad

Tabla 9.6 - Propuesta en Tiempo (min)

Cía.	Padre Hurtado / Mariscal min	Padre Hurtado / Lo Blanco min	San Francisco / Santa Marta min	Parque Industrial Puerta Sur min	Mall Plaza Sur min
1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	3	4	5	8	5
4 ^a	5	2	3	6	11
5 ^a	5	8	7	17	1
6 ^a	2	1	2	9	7
7 ^a	8	5	8	3	10

Fuente: Elaboración Propia

10 Conclusiones

El trabajo de titulación, tuvo como objetivo principal, realizar una propuesta para la solución del problema de asignación de recursos del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo ante siniestros producidos en la comuna.

En primer lugar, se realizó el análisis de la situación actual, donde se estableció que el Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, no contaba con una herramienta que automatizara la asignación de la mejor forma sus recursos, para asistir a un siniestro.

Se levantó la información necesaria para poder desarrollar la propuesta. Lo primero que se realizó fue, revisar los archivadores que contenían todos los informes de servicios que fueron llenados por los bomberos, para cada siniestro ocurrido en el periodo diciembre 2010- noviembre 2011. Al ser una gran cantidad de documentación, se optó por utilizar una muestra de seis meses. La información detallada, se traspasó a formato digital excel. Esto, significó que hacer el traspaso de la información manualmente, hizo que el proceso fuera lento y supeditado a errores, que se minimizarían, si la información estuviese ingresada en forma digital desde el mismo día de ocurrencia de siniestro a lo menos (pudiendo ser ingreso semanal o mensual). A esto se suma, que en muchos casos, se observó que la información ingresada originalmente de direcciones, no correspondía el nombre real de la dirección, por ejemplo en un informe decía Angaroa y debía decir Hanga Roa, o la calle Bombero Francisco Fernández fue denominada como Bro Fernando Fernández. Esto hace que la información, no sea confiable para estadísticas posteriores.

Posterior al vaciado de la información y mediante el uso de diagramas de Pareto y tablas dinámicas, se obtuvieron los datos referentes a cuales eran los puntos donde se generaban la mayor cantidad de siniestros y el tipo de ellos, pudiendo establecerse que la mayor cantidad de siniestros se producen en sitios eriazos, concentrados principalmente entre las calles Padre Hurtado y el Mariscal.

Luego, estos puntos encontrados, fueron ubicados en la aplicación google maps, que sirvió para obtener las distancias entre cada unto siniestrado y las compañías de bomberos.

Luego de encontrada la información base, se procedió con el análisis de la bibliografía existente para poder determinar cuál era el método que se adaptaba de mejor forma a la información que se obtuvo y a los resultados esperados. Se observó que el método Húngaro, era el método de asignación, que cumplía con lo esperado.

Al encontrarse las compañías 1ª, 2ª y 3ª a muy poca distancia entre ellas, se optó por definirla como sólo una para el modelo. De esta forma, se construyó el modelo, con la información de los 5 puntos críticos y las 5 compañías, con las respectivas distancias.

Los resultados obtenidos mediante el método Húngaro de la propuesta, además, fueron validados mediante el programa WINQSB, quien corroboró que los resultados obtenidos eran los más óptimos.

Al revisar la información base, de la asignación que el Cuerpo de Bomberos de San Bernardo ha desarrollado intuitivamente, concuerda con los cálculos realizados con el método Húngaro, por ende, económicamente, se puede cerciorar que no hubo pérdidas en la asignación de recursos durante el periodo y que el modelo, puede definir desde antes el costo que generará a una compañía, conociendo quien sale al siniestro y dónde se ubica este.

Este modelo, es adaptable a cambios, esto quiere decir, que si alguna de las compañías señaladas sufre algún cambio de ubicación o hay un aumento en el número de compañías, se detecte que ya los puntos siniestrados no son los mismos o que se vayan creando nuevos sectores poblados, el modelo es capaz de ir tomando estas variables de manera de adaptar los resultados.

Anexos

Anexo 1 Nomenclatura de Actos del Servicio Nacional

Tabla A.1 - Nomenclatura y Claves de servicios bomberiles¹³

Clave	Área fuego
10-0-1	Fuego en fase inicial, de incremento o libre en el siguiente tipo de estructura
10-0-1-1	Casa habitación 1 piso (incluye kioscos, garitas, casetas)
10-0-1-2	Casa habitación más de 1 piso y hasta 4 pisos
10-0-1-3	Casa habitación informal y/o de material de alta combustibilidad (mejoras, mediaguas, rucos y similares)
10-0-2	Fuego en base inicial en edificaciones en altura
10-0-2-1	Edificios habitacionales o de oficinas entre el 1° al 5° piso
10-0-2-2	Edificios habitacionales o de oficinas entre el 6° a 10° piso
10-0-2-3	Edificios habitacionales o de oficinas entre el 11° a 15° piso
10-0-2-4	Edificios habitacionales o de oficinas entre el 16° a 20° piso
10-0-2-5	Edificios habitacionales o de oficinas desde el piso 21° hacia arriba
10-0-2-6	Subterráneos de edificios habitacionales o de oficinas de cualquier altura
10-0-3	Lugares con alta afluencia de público
10-0-3-1	Local comercial de un piso
10-0-3-2	Supermercado
10-0-3-3	Centros comerciales (mall, ferias libres, mercados)
10-0-3-4	Lugar de alojamiento comercial (hotel, motel, residenciales, hostales)
10-0-3-5	Establecimientos educacionales
10-0-3-6	Edificios públicos (municipalidad, intendencia, gobernación, servicios, ministerios, entre otros)
10-0-3-7	Templos / iglesias, lugares de culto
10-0-3-8	Terminal rodoviario (buses, ferrocarriles)
10-0-3-9	Recintos ONG (cruz roja, defensa civil, bomberos de Chile)
10-0-4	Lugares con personas con movilidad restringida
10-0-4-1	Hospital o clínicas
10-0-4-2	Consultorios / policlínicos
10-0-4-3	Cárcel, centro de rehabilitación o recintos de gendarmería/ centros privativos de libertad
10-0-4-4	Hogares de acogida e internados
10-0-5	Lugares con riesgos de incendios especiales y/o de alta carga combustible

¹³ Nomenclatura Actos de Servicio, Academia Nacional de Bomberos [201?].

10-0-5-1	Industrias
10-0-5-2	Plantas faenadoras (alimentos, frutícolas)
10-0-5-3	Polvorines
10-0-5-4	Bodega
10-0-5-5	Talleres artesanales
10-0-5-6	Barracas o aserraderos
10-0-5-7	Centros de acopios (lugar abierto de almacenamiento)
10-0-5-8	Central generadora o subestación eléctricas
10-0-5-9	Servicentros
10-0-5-10	Recintos portuarios
10-0-5-11	Fuego en minas
10-0-5-12	Recinto aeronáutico
10-0-5-13	Centros de recreación masiva
10-0-5-14	Recintos deportivos
10-0-5-15	Recintos de FF.AA. Policiales
10-0-5-16	Subterráneos
10-0-5-17	Cámaras subterráneas
10-0-5-18	Túneles viales
10-0-5-19	Alumbrado público, acometidas, transformadores eléctricos o similares
10-0-5-20	Corrales establos o caniles

Clave	Área fuego en vehículos o medios de transporte
10-1	Fuego en fase inicial de incremento o libre, en vehículos y medios de transporte de las siguientes categorías
10-1-1	Vehículos, autos, camionetas, motocicletas
10-1-2	Vehículos camiones (vehículos mayores a 3.500 kg.)
10-1-3	Vehículos buses urbanos (microbuses, transporte escolar)
10-1-4	Vehículos buses interurbanos
10-1-5	Vehículos militares especial
10-1-6	Maquinaria agrícola / pesada/ minera
10-1-7	Vehículos tracción animal o humana
10-1-8	Embarcaciones menores hasta 50 ton.
10-1-9	Embarcaciones mayores sobre 50 ton.
10-1-10	Aeronaves (avionetas, helicópteros, aviones)
10-1-11	Ferrocarriles (locomotora, carros)
10-1-12	Tren subterráneo y/o urbano

Clave	Área fuego en áreas abiertas
10-2	Fuego en áreas abiertas o no confinadas, públicas o privadas, de los siguientes tipos
10-2-1	Pastizales urbanos
10-2-2	Pastizales rurales
10-2-3	Plantación agrícola
10-2-4	Parques nacionales
10-2-5	Interface (bosque población)
10-2-6	Microbasurales
10-2-7	Desechos, escombros
10-2-8	Bosques (árboles, matorrales)
10-2-9	Vertedero o rellenos sanitarios
10-2-10	Bien de uso público (paraderos, ornamentación, luminarias, otros)

Clave	Área rescate
10-3	Rescate de víctimas desde los siguientes lugares
10-3-1	Desde ascensores, escalas mecánicas
10-3-2	De estructuras colapsadas
10-3-3	Desde desnivel urbano (más de 2 pisos hacia arriba)
10-3-4	Desde desnivel bajo (alcantarilla, cámaras, pozos, etc.)
10-3-5	Desde desnivel rural (quebrada, acantilado o similar)
10-3-6	Desde minas subterráneas
10-3-7	De aguas en movimiento (ríos, canales, esteros)
10-3-8	Desde aguas quietas (lagos, lagunas, similares, piscinas)
10-3-9	Desde el mar
10-3-10	Desde maquinarias (parte de una persona atrapada en máquinas o similares)
10-3-11	Vía pública por atropello
10-3-12	Por aluviones y deslizamientos
10-3-13	En volcán y/o montaña sobre 700 m.
10-3-14	En cerro
10-3-15	En nieve o glaciar
10-3-16	De vehículos en lugares riesgosos
10-3-17	En aeronaves caídas o fuera de recintos aeronáuticos
10-3-18	De personas atrapadas o empaladas
10-3-19	Por electrocución en lugares públicos o privados

Clave	Área rescate de vehículos
10-4	Rescate de víctimas desde los siguientes tipos de vehículos y en las siguientes condiciones: (volcamiento o despiste se considera choque)
10-4-1	Choque de auto
10-4-2	Choque de camión
10-4-3	Choque de bus
10-4-4	Choque de motocicletas, tracción humana o animal
10-4-5	Choque de maquinarias agrícolas, pesadas y mineras
10-4-6	Choque ferroviario
10-4-7	Choque de vehículos de emergencia
10-4-8	Choque de vehículos de FF.AA. Y policiales
10-4-9	Choque de embarcaciones
10-4-10	Choque de trenes subterráneos
10-4-11	Choque de vehículos pesados, agrícolas, mineros
10-4-12	Colisión autos
10-4-13	Colisión camiones
10-4-14	Colisión de buses
10-4-15	Colisión de motocicletas, tracción humana o animal
10-4-16	Colisión de maquinarias agrícolas, pesadas y mineras
10-4-17	Colisión ferroviaria
10-4-18	Colisión de vehículos de emergencia
10-4-19	Colisión de vehículos de FF.AA. Y policiales
10-4-20	Colisión de embarcaciones
10-4-21	Colisión trenes subterráneos
10-4-22	Colisión de vehículos pesados, agrícolas, mineros
10-4-23	Desbarrancamiento de vehículos

Clave	Área emergencias con materiales peligrosos
10-5	Actuación en accidentes con las siguientes clasificaciones de materiales peligrosos (incluye control de fugas, derrames y fuego con los respectivos materiales)
10-5-1	Explosivos
10-5-2	Gases combustibles (diferentes a glp, gas natural, gas de ciudad y monóxido de carbono)
10-5-3	Gases no combustibles ni venenosos
10-5-4	Gases venenosos
10-5-5	Líquidos combustibles
10-5-6	Líquidos inflamables
10-5-7	Sólidos combustibles
10-5-8	Sólidos que reaccionan con aire
10-5-9	Sólidos que reaccionan con agua
10-5-10	Comburentes
10-5-11	Peróxidos orgánicos
10-5-12	Venenos sólidos o líquidos
10-5-13	Agentes biológicos
10-5-14	Radiactivos
10-5-15	Corrosivos
10-6	Accidentes con gases combustibles (glp, gas natural, gas de ciudad y monóxido de carbono)
10-6-1	Gas licuado de petróleo propano butano desde cilindros portátiles
10-6-2	Gas licuado de petróleo propano butano desde estanques fijos
10-6-3	Gas licuado de petróleo propano butano desde camión a granel
10-6-4	Gas natural desde una instalación domiciliaria
10-6-5	Gas natural desde una instalación industrial
10-6-6	Gas natural desde cañería en vía pública o gaseoducto
10-6-7	Gas de ciudad desde instalaciones domiciliarias
10-6-8	Gas de ciudad desde instalaciones industriales
10-6-9	Gas de ciudad desde cañería o gas de ciudad en vía pública
10-6-10	Presencia de monóxido carbono en interior de domicilio
10-6-11	Presencia de monóxido carbono en interior de industria u oficina
10-6-12	Emergencias de vehículos propulsados a gases combustibles
10-6-13	Emergencia con gases desde alcantarillas derivados del petróleo u orgánicos
10-6-14	Explosión de cilindros con gases comprimidos
10-6-15	Explosión de vapores en expansión de un líquido en ebullición (leve)
10-6-16	Explosión por combustión (individualizar material generador de calor en la explosión)

Clave	Área emergencias con energía eléctrica
10-7	Accidentes con energía eléctrica en las siguientes instalaciones
10-7-1	Tendido aéreo de alta tensión
10-7-2	Tendido aéreo de baja tensión
10-7-3	Tendido subterráneo de alta tensión
10-7-4	Tendido subterráneo de baja tensión
10-7-5	Acometida trifásica
10-7-6	Acometida monofásica
10-7-7	Medidor de energía trifásico
10-7-8	Medidor de energía monofásico
10-7-9	Sub- estación aérea (transformador)

Clave	Área otros servicios
10-8	Otros servicios de emergencia o apoyo brindado por bomberos
10-8-1	Abrir casa habitación 1 piso
10-8-2	Abrir casa habitación más de 1 piso
10-8-3	Abrir departamento u oficina de 1° a 5° piso
10-8-4	Abrir departamento u oficina de 6° a 10° piso
10-8-5	Abrir departamento u oficina de 11° a 15° piso
10-8-6	Abrir departamento u oficina de 16° a 20° piso
10-8-7	Abrir departamento u oficina de 21° hacia arriba
10-8-8	Provisión de agua potable
10-8-9	Provisión de electricidad con generadores
10-8-10	Asistencia preventiva con vehículo contra incendio
10-8-11	Asistencia preventiva de vehículo de rescate
10-8-12	Asistencia preventiva de vehículo Hazmat
10-8-13	Trabajo en altura mayor a 10 m.
10-8-14	Trabajo en altura menor a 10 m (colocar driza o similar)
10-8-15	Rastreo de personas en sectores rurales / urbano
10-8-16	Rastreo de personas bajo el agua (trabajo sub-acuático)
10-8-17	Rastreo de personas superficial en cauces de agua o aguas abiertas
10-8-18	Recuperación de cadáveres
10-8-19	Instrucción, asesorías, capacitación a terceros o capacitaciones internas
10-8-20	Academias, guardias nocturnas, diurnas, desfiles, campañas económicas, reuniones
10-8-21	Caída de árboles

10-8-22	Voladuras de techo o temporales de vientos
10-8-23	Extracción de agua por inundación
10-8-24	Rescate de animales
10-8-25	Evacuación del cuerpo hacia otro lugar
10-8-26	Operativo plan integral de seguridad escolar
10-8-27	Despeje de calles
10-8-28	Aterrizajes de helicópteros
10-8-29	Lavado de carretera (derrames, accidentes, etc.)
10-8-30	Respuesta preventiva a atentados (coordinación comando incidentes)
10-8-31	Respuesta operativa a atentados (coordinación comando incidentes)
10-8-32	Caída de aeronaves en áreas urbanas
10-8-33	Caída de aeronaves en áreas rurales
10-8-34	Salidas de máquinas bomberiles

Clave	Área servicios de inspección
10-9	Servicios de inspección y revisión a diversas instalaciones hechas por bomberos
10-9-1	Peritajes a solicitud del ministerio público
10-9-2	Revisión de edificios
10-9-3	Inspección de local comercial
10-9-4	Inspección de industrias
10-9-5	Inspección de grifos
10-9-6	Simulacros o ejercicios a terceros

Clave	Área rebrote de fuego o remoción de escombros
10-10	Concurrencia de bomberos a rebrote de fuego de cualquiera de las anteriores categorías
10-10-0	Rebote de fuegos de cualquier fuego anterior
10-10-1	Rebote de fuego en vehículo
10-10-2	Rebote de fuego en lugar abierto

Clave	Área apoyo a otros cuerpos de bomberos
10-11	Concurrencia de bomberos a apoyar labores de otros cuerpos de bomberos
10-11-1	Apoyo a otros cuerpos (en cualquiera de los actos del servicio detallados anteriormente)

Fuente: Academia Nacional de Bomberos Chile

Anexo 2 Sondeo de Combustibles

2.1 Sondeo al 13 de diciembre del 2010

El Servicio Nacional del Consumidor (SERNAC) realizó un sondeo de combustibles, donde encontró los siguientes valores, por sector.

2.1.1 Precios mínimos y máximos por tipo de gasolina

Tabla A.2.1 - Precios de la gasolina por litro

Sector	Gasolinas (\$ / litro)					
	93 octanos		95 octanos		97 octanos	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Centro	619	638	638	656	659	682
Norte	629	644	647	663	668	697
Oriente	633	654	648	674	679	700
Poniente	616	630	635	651	654	675
Sur	619	644	638	656	659	684

Fuente: Elaboración Propia en base a información del Sernac

2.1.2 Precios mínimos y máximos de petróleo diésel y kerosén doméstico

Tabla A.2.2 - Precios de combustibles por litro (petróleo y kerosene)

Sector	Combustibles Líquidos (\$ / litro)			
	Petróleo Diésel		Kerosene Doméstico	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Centro	470	488	469	499
Norte	478	498	466	490
Oriente	489	510	471	549
Poniente	467	494	433	497
Sur	474	540	464	499

Fuente: Elaboración Propia en base a información del Sernac

2.1.3 Estaciones de Servicio con Precios mínimos de Combustibles Líquidos

Tabla A.2.3 - Muestra de estaciones de servicios y sus precios

Sector	Compañía	Dirección	Combustibles Líquidos (\$ / litro)				
			93	95	97	PD	KD
Centro	COPEC	Mapocho 1992	-	-	659	-	469
	SHELL	Mapocho 2948	619	638	-	470	-
Norte	COPEC	Av. Recoleta 1215	-	-	668	-	466
	PETROBRAS	Bellavista 135	629	647	-	478	-
Oriente	COPEC	Avda. Ossa 591	-	-	-	-	471
	TERPEL	Av. Irarrázaval 4123	-	-	679	-	-
	COPEC	Av. Irarrázaval 5277	-	-	679	-	-
	TERPEL	Av. Pedro de Valdivia 3565	633	648	-	489	-
Poniente	COPEC	José Joaquín Pérez 7500	-	-	-	467	-
	JLC	Robles / Vargas Fontecilla	616	635	654	-	433
	COPEC	Vargas Fontecilla 4182	-	-	-	-	433
Sur	PETROBRAS	Gran Avenida 7390	619	638	659	474	-
	COPEC	Av. Vicuña Mackenna 3647	-	-	-	-	464

Fuente: Elaboración Propia en base a información del Sernac

Anexo 3 Tablas de los puntos donde se producen los Siniestros y Compañías asignadas a estos

3.1 Informes de Servicio clave 10-0

3.1.1 Ocurridos en Vivienda y Comercial Industrial

Tabla A.3.1 - Siniestros ocurridos en Vivienda y Comercial Industrial

	Vivienda	Comercial Industrial
1 de mayo	1	
Fidel Pinochet	1	
12 de febrero	1	
Zapata Lillo	1	
18 de septiembre	2	
10 de Julio	1	
Pasaje 6	1	
Alejandro Cicarelli	1	
Rodrigo de Serrano	1	
Alonso de Corona	1	
Francisco Lazcano	1	
Ángel Aceval	1	1
San Alfonso	1	1
Antonio Varas	2	
Martín de Solís	1	
Timaukel	1	
Apalaches	1	
Balmaceda	1	
Av. La Vara		1
Pdte. Jorge Alessandri		1
Barros Arana		1
San José		1
Bartolomé Mella	1	
Juan de Saavedra	1	
Bombero Luis Tapia	1	
Volcán Antuco	1	
Camino Internacional		1
Pdte. Jorge Alessandri		1
El Pillan	1	
Indio Jerónimo	1	
Ing. Ernesto Foguel	1	
Portales Oriente	1	

	Vivienda	Comercial Industrial
General Correa	1	
Colo Colo	1	
Ing. Ernesto Foguel	1	
Robert Paut	1	
La Plata 81	1	
Pje. Pernambuco	1	
Libertad	1	
Primero de Mayo	1	
Lo Moreno	1	
Diego de Sevilla	1	
Lonquén		1
Parcela 2 C		1
Los Granados	1	
El Mariscal	1	
Los limoneros	1	
Los Filodendros	1	
Los Pétalos	1	
Felipe Fernández	1	
Manuel de Amat	1	
Balmaceda	1	
María Graham	1	
Martín de Solís	1	
Martín de Solís	1	
Bartolomé Díaz	1	
Mallorca	1	
Sancho de la Hoz	1	
Ochagavía	1	
Las Acacias	1	
O'Higgins	1	
Freire	1	
Padre Hurtado	5	2
Balmaceda	1	
Ernesto Riquelme	2	
Los Pimientos	1	
Observatorio		1
San José	1	1
Pasaje Las Piñas	1	
Los Limoneros	1	
Pedro Sancho de la Hoz	1	
Balmaceda	1	
Península de Taitao	1	
Carirriñe	1	

	Vivienda	Comercial Industrial
Pje. Tronador	1	
Av. Lo Blanco	1	
Robert Kennedy 138	1	
Pje. Jorge Alessandri	1	
San Fernando	1	
Francisco de Camargo	1	
San José	2	
Urmeneta	1	
Victoria	1	
Santa Margarita		2
General Velásquez		1
Lago Llanquihue		1
Santa Marta	4	2
Barros Arana	1	
Bolivia	1	
Camino Lonquén		1
Francisco de Camargo		1
Juan de Covarrubias	1	
Juan de Herrera	1	
Santa Mercedes	2	
Ernesto Riquelme	1	
Valle de Pica	1	
Santo Domingo		1
Argentina		1
Severino Palacios	1	
Rodrigo de Quiroga	1	
Yáñez Pinzón 070	1	
Sancho de la Hoz	1	
Total general	50	12

Fuente: Elaboración propia, en base a informes de servicios del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, periodo diciembre 2010- noviembre 2011.

3.1.2 Compañías que acuden a siniestros del tipo Vivienda y Comercial Industrial

Tabla A.3.2 - Compañías que acuden a siniestros del tipo Vivienda y Comercial Industrial

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
1 de mayo		1	1		1		
Fidel Pinochet		1	1		1		
12 de febrero	1	1		1			
Zapata Lillo	1	1		1			
18 de septiembre	2	2			2		
10 de Julio	1	1			1		
Pasaje 6	1	1			1		
Alejandro Cicarelli		1		1		1	
Rodrigo de Serrano		1		1		1	
Alonso de Corona	1	1		1			
Francisco Lazcano	1	1		1			
Ángel Aceval	1	1	1		1		1
San Alfonso	1	1	1		1		1
Antonio Varas		1	2	1	1	1	
Martín de Solís		1	1			1	
Timaukel			1	1	1		
Apalaches	1					1	
Balmaceda	1					1	
Av. La Vara	1	1	1	1	1	1	1
Pdte. Jorge Alessandri	1	1	1	1	1	1	1
Barros Arana	1	1					
San José	1	1					
Bartolomé Mella							1
Juan de Saavedra							1
Bombero Luis Tapia		1		1		1	
Volcán Antuco		1		1		1	
Camino Internacional					1		
Pdte. Jorge Alessandri					1		
El Pillan	1	1				1	
Indio Jerónimo	1	1				1	
Ing. Ernesto Foguel	1			1			
Portales Oriente	1			1			
General Correa				1			1
Colo Colo				1			1
Ing. Ernesto Foguel	1	1	1				
Robert Pont	1	1	1				
Isla de Pascua	1	1	1		1	1	
Los Alerces	1	1	1		1	1	

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
La Plata 81	1	1	1	1			
Pje. Pernambuco	1	1	1	1			
Libertad	1					1	
Primero de Mayo	1					1	
Lo Moreno	1	1	1	1	1	1	1
Diego de Sevilla	1	1	1	1	1	1	1
Lonquén		1		1			1
Parcela 2 C		1		1			1
Los Granados						1	
El Mariscal						1	
Los limoneros				1			
Los Filodendros				1			
Los Pétalos		1		1		1	
Bombero Francisco Fernández		1		1		1	
Manuel de Amat				1		1	
Balmaceda				1		1	
María Graham	1	1					
Martín de Solís	1	1					
Martín de Solís	1	1	1			1	
Bartolomé Díaz	1	1	1			1	
Mallorca				1		1	
Sancho de la Hoz				1		1	
Ochagavía	1		1	1			
Las acacias	1		1	1			
O'Higgins	1	1				1	
Freire	1	1				1	
Padre Hurtado	4	3	1	1		5	
Balmaceda	1	1	1				
Ernesto Riquelme	2	2				2	
Los Pimientos	1			1			
Observatorio						1	
San José						2	
Pasaje Las Piñas				1			
Los Limoneros				1			
Pedro Sancho de la Hoz	1			1		1	
Balmaceda	1			1		1	
Península de Taitao	1	1				1	
Carirriñe	1	1				1	
Pje. Tronador						1	
Av. Lo Blanco						1	
Robert Kennedy 138					1		
Pje. Jorge Alessandri					1		

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
San Fernando						1	
Francisco de Camargo						1	
San José	1	1					
Urmeneta							
Victoria	1	1					
Santa Margarita			1				2
General Velásquez			1				1
Lago Llanquihue							1
Santa Marta	3	3	4	2	1	2	1
Barros Arana		1	1				
Bolivia	1			1			
Camino Lonquén	1	1	1				1
Francisco de Camargo	1		1				
Juan de Covarrubias						1	
Juan de Herrera		1	1	1	1	1	
Santa Mercedes	1	1		1		1	1
Ernesto Riquelme				1		1	1
Valle de Pica	1	1					
Santo Domingo	1	1					
Argentina	1	1					
Severino Palacios						1	
Rodrigo de Quiroga						1	
Yáñez Pinzón 070		1					
Sancho de la Hoz		1					
Total general	31	32	17	22	11	28	10

Fuente: Elaboración propia, en base a informes de servicios del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, periodo diciembre 2010- noviembre 2011.

3.2 Informes de Servicio clave 10-2

3.2.1 Ocurridos en Vía pública y Sitio Eriazo

Tabla A.3.3 - Siniestros Ocurridos en Vía pública y Sitio Eriazo

	Vía Pública	Sitio Eriazo
Almte. Riveros		1
Padre Hurtado		1
Alonso De Ercilla	1	
Polpaico	1	
América		2
Av. Lo Blanco		1
Yungay		1
Autopista Central	1	2
Av. Lo Blanco	1	
Lo Espejo		2
Av. Lo Blanco		9
Padre Hurtado		9
Av. Portales	3	5
Baquedano		1
Esmeralda	1	1
Frida Khalo		1
Madrid Osorio		1
Nogales	1	
San José De Nos	1	1
Av. Portales		1
General Urrutia		1
Av. Portales Oriente		5
Arturo Velázquez		1
Av. Central		1
Las Palmas		2
Roberto Paut Calderón		1
Balmaceda	3	9
12 De Febrero		1
Av. Pinto	1	
Los Pétalos		5
San Francisco		1
San José De San Martín		1
Sánchez	1	
Urmeneta	1	
Volcán		1

	Vía Pública	Sitio Eriazo
Baquedano	1	5
Antonio Varas	1	
Los Suspiros		1
Padre Hurtado		2
San José		2
Bruno Casanova		1
Parque Fray Jorge		1
Calderón De La Barca	1	
Juan De Saavedra	1	
Caletera		1
Lo Espejo		1
Camino de Nos		1
Padre Hurtado		1
Camino de Nos a Los Morros		1
Los Suspiros		1
Camino El Rodeo		1
El Barrancón		1
Camino Internacional	1	1
Diego Rivera	1	
Mauricio Rugendas		1
Camino La Capilla	1	2
Camino El Milagro	1	
El Barrancón		1
El Milagro		1
Camino La Vara	1	
Pérez Ossa	1	
Camino Lonquén		1
Sta. Marta		1
Camino Los Pinos		1
Jorge Alessandri		1
Camino Nos		1
Padre Hurtado		1
Camino Romeral		1
Eyzaguirre		1
Catemito		2
5 De Abril		2
Colon		1
Jorge Alessandri		1
Colon Sur	1	
Maipú	1	

	Vía Pública	Sitio Eriazo
Condell		2
Ducaud		1
San José		1
Carirriñe		1
Antonio Varas		1
Doctora Ema Sarmiento		1
Los Pétalos		1
Ducaud		1
Padre Hurtado		1
E. Campaña Gandarillas	1	
Pablo Neruda	1	
El Cerrillo		2
Padre Hurtado		2
El Mariscal	3	17
Los Granados	2	2
Padre Hurtado		12
San Francisco	1	2
San José		1
Ernesto Riquelme		2
Los Pétalos		2
Eyzaguirre	1	1
Eucaliptus		1
Jorge Alessandri	1	
Gabriela Mistral		1
Toribio Medina		1
General Urrutia		2
Bruno Casanova		1
Huaso		1
Gran Avenida	1	1
Av. Lo Blanco		1
Los Carolinos	1	
Incahuasi		1
Sta. Teresa		1
Jorge Alessandri	3	5
Av. Central	1	
Av. Lo Blanco		1
Calera De Tango		1
Camino San José De Nos		1
General Urrutia		1
La Vara		1
Romeral	1	
San José De Nos	1	

	Vía Pública	Sitio Eriazo
José Pedro Alessandri		1
Lo Espejo		1
La Trilla	1	2
Hierbas Buenas		1
Yerbas Buenas	1	1
La Vara	2	1
Caletera	1	
Hanga Roa	1	
Ochagavía		1
Laguna Del Desierto	1	1
Campos de Hielo	1	1
Las Acacias	3	2
Arturo Gordon		1
Av. Chena		1
Pérez Ossa	3	
Línea Férrea		1
Av. Lo Blanco		1
Lo Espejo	3	3
El Tranque	1	
General Velásquez	2	
Jorge Alessandri		1
Ruta 5 Sur		2
Lo Martínez		2
Padre Hurtado		2
Lo Montoya	1	
Av. Lo Blanco	1	
Lo Moreno		1
Rodrigo Ordoñez		1
Los Pétalos		2
Ernesto Riquelme		1
Isabel Riquelme		1
Los Pinos		1
Diagonal La Vara		1
Nueva Espejino	1	
General Urrutia	1	
Ochagavía	1	1
Las Acacias	1	1
Parcela 37		1
Los Pinos		1
Pasaje el Quillay		1
El Alerce		1

	Vía Pública	Sitio Eriazo
Pedro De Mendoza		1
Av. Lo Blanco		1
Polpaico		1
Av. Lo Blanco		1
Rafael Sotomayor	1	
Padre Hurtado	1	
Rinconada De Chena		1
La Vara		1
Rio retroque		1
Rio Becker		1
Ruta 5 Sur	1	
Catemito	1	
San Cristóbal	1	
Av. Lo Blanco	1	
San Francisco	1	
Domingo Santa Cruz	1	
San José	1	10
Costanera		1
Ducaud	1	4
Padre Hurtado		5
San León Grande		2
Cerrillo		2
San Martín		1
José Toribio Medina		1
Sta. Inés		1
Ruiz Tagle		1
Sta. Marta		9
Gran Avenida		1
Los Pétalos		7
Sta. Mercedes		1
Sta. Teresa	1	13
Juan De Dios		1
Los Pétalos		1
Padre Hurtado	1	
San Francisco		8
San Juan De Dios		1
Sta. Bárbara		1
Sta. Mercedes		1
Total general	43	154

Fuente: Elaboración propia, en base a informes de servicios del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, periodo diciembre 2010- noviembre 2011.

3.2.2 Ocurridos en Pastizales, Basurales y Otros

Tabla A.3.4 - Siniestros ocurridos en Pastizales, Basurales y Otros

	Pastizal	Basura	Otros
Almte. Riveros	1	1	
Padre Hurtado	1	1	
Alonso De Ercilla	1		
Polpaico	1		
América		2	1
Av. Lo Blanco		1	1
Yungay		1	
Autopista Central	2	1	
Av. Lo Blanco	1		
Lo Espejo	1	1	
Av. Lo Blanco	3	9	3
Padre Hurtado	3	9	3
Av. Portales	8	4	3
Baquedano	1	1	
Esmeralda	2	1	2
Frida Kahlo	1		
Madrid Osorio	1	1	
Nogales	1	1	
San José De Nos	2		1
Av. Portales	1		
General Urrutia	1		
Av. Portales Oriente	2	5	3
Arturo Velázquez	1	1	
Av. Central	1	1	1
Las Palmas		2	2
Roberto Paut Calderón		1	
Balmaceda	6	7	7
12 De febrero		1	1
Av. Pinto	1	1	
Los Pétalos	2	3	4
San Francisco	1		
San José De San Martín		1	
Sánchez	1	1	
Urmeneta	1		1
Volcán			1

	Pastizal	Basura	Otros
Baquedano	4	4	3
Antonio Varas	1	1	
Los Suspiros	1		1
Padre Hurtado	1	2	1
San José	1	1	1
Bruno Casanova	1		
Parque Fray Jorge	1		
Calderón De La Barca			1
Juan De Saavedra			1
Caletera			1
Lo Espejo			1
Camino de Nos	1		1
Padre Hurtado	1		1
Camino de Nos a Los Morros	1	1	1
Los Suspiros	1	1	1
Camino El Rodeo	1		
El Barrancón	1		
Camino Internacional	2		
Diego Rivera	1		
Mauricio Rugendas	1		
Camino La Capilla	2		2
Camino El Milagro	1		1
El Barrancón			1
El Milagro	1		
Camino La Vara			
Pérez Ossa			
Camino Lonquén	1	1	
Sta. Marta	1	1	
Camino Los Pinos	1	1	
Jorge Alessandri	1	1	
Camino Nos	1		1
Padre Hurtado	1		1
Camino Romeral	1		1
Eyzaguirre	1		1
Catemito	2		1
5 De abril	2		1
Colon	1		
Jorge Alessandri	1		
Colon Sur		1	
Maipú		1	

	Pastizal	Basura	Otros
Condell	1	1	
Ducaud		1	
San José	1		
Carirriñe		1	1
Antonio Varas		1	1
Doctora Ema Sarmiento		1	
Los Pétalos		1	
Ducaud		1	1
Padre Hurtado		1	1
E. Campaña Gandarillas		1	1
Pablo Neruda		1	1
El Cerrillo	2		1
Padre Hurtado	2		1
El Mariscal	17	12	10
Los Granados	3	3	2
Padre Hurtado	10	6	7
San Francisco	3	2	1
San José	1	1	
Ernesto Riquelme		2	2
Los Pétalos		2	2
Eyzaguirre		1	1
Eucaliptus		1	
Jorge Alessandri			1
Gabriela Mistral	1		1
Toribio Medina	1		1
General Urrutia	2	1	1
Bruno Casanova	1		1
Huaso	1	1	
Gran Avenida		1	1
Av. Lo Blanco			1
Los Carolinos		1	
Incahuasi	1	1	1
Sta. Teresa	1	1	1
Jorge Alessandri	7	5	3
Av. Central	1	1	
Av. Lo Blanco	1	1	
Calera De Tango		1	
Camino San José De Nos	1	1	1
General Urrutia	1	1	1
La Vara	1		
Romeral	1		
San José De Nos	1		1

	Pastizal	Basura	Otros
José Pedro Alessandri			1
Lo Espejo			1
La Trilla	2	2	1
Hierbas Buenas		1	1
Yerbas Buenas	2	1	
La Vara	3	2	
Caletera	1		
Hanga Roa	1	1	
Ochagavía	1	1	
Laguna Del Desierto	1	1	
Campos de Hielo	1	1	
Las Acacias	5	3	2
Arturo Gordon	1	1	
Av. Chena	1	1	
Pérez Ossa	3	1	2
Línea Férrea			1
Av. Lo Blanco			1
Lo Espejo	5	5	1
El Tranque	1	1	
General Velásquez	1	1	
Jorge Alessandri	1	1	
Ruta 5 Sur	2	2	1
Lo Martínez	1	1	
Padre Hurtado	1	1	
Lo Montoya			1
Av. Lo Blanco			1
Lo Moreno		1	
Rodrigo Ordoñez		1	
Los Pétalos	1	2	
Ernesto Riquelme	1	1	
Isabel Riquelme		1	
Los Pinos	1		
Diagonal La Vara	1		
Nueva Espejino		1	
General Urrutia		1	
Ochagavía	2		1
Las Acacias	2		1
Parcela 37	1		1
Los Pinos	1		1
Pasaje el Quillay	1		
El Alerce	1		

	Pastizal	Basura	Otros
Patria Nueva	1	1	
Francisco Miranda	1	1	
Pedro De Mendoza			1
Av. Lo Blanco			1
Polpaico		1	
Av. Lo Blanco		1	
Rafael Sotomayor	1	1	1
Padre Hurtado	1	1	1
Rinconada De Chena	1	1	1
La Vara	1	1	1
Rio retroque		1	1
Rio Becker		1	1
Ruta 5 Sur	1		
Catemito	1		
San Cristóbal		1	1
Av. Lo Blanco		1	1
San Francisco			1
Domingo Santa Cruz			1
San José	9	7	7
Costanera	1	1	1
Ducaud	4	3	3
Padre Hurtado	4	3	3
San León Grande	1		1
Cerrillo	1		1
San Martín		1	
José Toribio Medina		1	
Sta. Inés	1		1
Ruiz Tagle	1		1
Sta. Marta	3	9	4
Gran Avenida		1	1
Los Pétalos	2	7	3
Sta. Mercedes	1	1	
Sta. Pamela	1		
Las Acacias	1		
Sta. Teresa	7	13	7
Juan De Dios	1	1	
Los Pétalos		1	1
Padre Hurtado	1	1	1
San Francisco	3	7	2
San Juan De Dios	1	1	1
Sta. Bárbara		1	1
Sta. Mercedes	1	1	1

	Pastizal	Basura	Otros
Sta. Teresa De Tango	1		1
Calera De Tango	1		1
Volcán Carran	1		1
Lomas de Mirasur	1		1
Total general	125	119	90

Fuente: Elaboración propia, en base a informes de servicios del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, periodo diciembre 2010- noviembre 2011.

3.2.3 Compañías que acuden a siniestros del tipo Pastizal, Basural y Otros

Tabla A.3.5 - Compañías que acuden a siniestros del tipo Pastizal, Basural y otros

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
Almte. Riveros					1		
Padre Hurtado					1		
Alonso De Ercilla			1				
Polpaico			1				
América	2						
Av. Lo Blanco	1						
Yungay	1						
Autopista Central							3
Av. Lo Blanco							1
Lo Espejo							2
Av. Lo Blanco	1			1		7	
Padre Hurtado	1			1		7	
Av. Portales	5				3		
Baquedano	1						
Esmeralda	1				1		
Frida Khalo					1		
Madrid Osorio					1		
Nogales	1						
San José De Nos	2						
Av. Portales					1		
General Urrutia					1		
Av. Portales Oriente	2		1	1	1		
Arturo Velázquez				1			
Av. Central			1				
Las Palmas	2						
Roberto Paut Calderón					1		
Balmaceda	5					7	
12 De febrero	1						
Av. Pinto						1	
Los Pétalos	2					3	
San Francisco						1	
San José De San Martín	1						
Sánchez						1	
Urmeneta	1						
Volcán						1	
Baquedano	3		1	1		1	
Los Suspiros	1						
Padre Hurtado	1					1	
San José	1		1				

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
Bruno Casanova							1
Parque Fray Jorge							1
Calderón De La Barca						1	
Juan De Saavedra						1	
Caletera							1
Lo Espejo							1
Camino de Nos	1						
Padre Hurtado	1						
Camino de Nos a Los Morros					1		
Los Suspiros					1		
Camino El Rodeo	1						
El Barrancón	1						
Camino Internacional					2		
Diego Rivera					1		
Mauricio Rugendas					1		
Camino La Capilla	2				1		
Camino El Milagro	1						
El Barrancón	1						
El Milagro					1		
Camino La Vara							1
Pérez Ossa							1
Camino Lonquén				1			
Sta. Marta				1			
Camino Los Pinos	1						
Jorge Alessandri	1						
Camino Nos					1		
Padre Hurtado					1		
Camino Romeral					1		
Eyzaguirre					1		
Catemito	1				1		
5 De abril	1				1		
Colon	1						
Jorge Alessandri	1						
Colon Sur	1						
Maipú	1						
Condell	1				1		
Ducaud					1		
San José	1						
Carirriñe	1						
Antonio Varas	1						
Doctora Ema Sarmiento	1						
Los Pétalos	1						

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
Ducaud						1	
Padre Hurtado						1	
E. Campaña Gandarillas	1						
Pablo Neruda	1						
El Cerrillo					1	1	
Padre Hurtado					1	1	
El Mariscal	13			1	1	4	
Los Granados	1			1	1		
Padre Hurtado	10					2	
San Francisco	2					1	
San José						1	
Ernesto Riquelme	1						
Los Pétalos	1						
Eyzaguirre	1					1	
Eucaliptus						1	
Jorge Alessandri	1						
Gabriela Mistral	1						
Toribio Medina	1						
General Urrutia					2		
Bruno Casanova					1		
Huaso					1		
Gran Avenida	1			1			
Av. Lo Blanco	1						
Los Carolinos				1			
Incahuasi						1	
Sta. Teresa						1	
Jorge Alessandri	5				1		1
Av. Central	1						
Av. Lo Blanco	1						
Calera De Tango	1						
General Urrutia					1		
La Vara							1
Romeral	1						
San José De Nos	1						
José Pedro Alessandri							1
Lo Espejo							1
La Trilla			1	1		1	
Hierbas Buenas				1			
Yerbas Buenas			1			1	

Fuente: Elaboración propia, en base a informes de servicios del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, periodo diciembre 2010- noviembre 2011.

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
La Vara				1			2
Caletera							1
Hanga Roa				1			
Ochagavía							1
Laguna Del Desierto					1		
Campos de Hielo					1		
Las Acacias	1			1			3
Arturo Gordon							1
Av. Chena				1			
Pérez Ossa	1						2
Línea Férrea				1			
Av. Lo Blanco				1			
Lo Espejo				1			6
El Tranque				1			
General Velásquez							2
Jorge Alessandri							1
Ruta 5 Sur							3
Lo Martínez				1		1	
Padre Hurtado				1		1	
Lo Montoya				1			
Av. Lo Blanco				1			
Lo Moreno							1
Rodrigo Ordoñez							1
Los Pétalos	1					1	
Ernesto Riquelme						1	
Isabel Riquelme	1						
Los Pinos				1			
Diagonal La Vara				1			
Nueva Espejino	1						
General Urrutia	1						
Ochagavía							2
Las Acacias							2
Parcela 37							1
Los Pinos							1
Pasaje el Quillay	1						
El Alerce	1						
Patria Nueva	1						
Francisco Miranda	1						
Pedro De Mendoza			1				
Av. Lo Blanco			1				
Polpaico				1			
Av. Lo Blanco				1			

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
Rafael Sotomayor	1						
Padre Hurtado	1						
Rinconada De Chena							1
La Vara							1
Rio retroque						1	
Rio Becker						1	
Ruta 5 Sur				1			
Catemito				1			
San Cristóbal	1						
Av. Lo Blanco	1						
San Francisco				1			
Domingo Santa Cruz				1			
San José	6		1	2	1		
Ducaud	3		1	1			
Padre Hurtado	3			1	1		
San León Grande					2		
Cerrillo					2		
San Martín				1			
José Toribio Medina				1			
Sta. Inés					1		
Ruiz Tagle					1		
Sta. Marta	1			1		7	
Gran Avenida						1	
Los Pétalos	1			1		5	
Sta. Mercedes						1	
Sta. Pamela	1						
Las Acacias	1						
Sta. Teresa	1			1	1	10	1
Juan De Dios						1	
Los Pétalos						1	
Padre Hurtado						1	
San Francisco				1	1	5	1
San Juan De Dios						1	
Sta. Bárbara	1						
Sta. Mercedes						1	
Sta. Teresa De Tango	1						
Calera De Tango	1						
Volcán Carran					1		
Lomas de Mirasur					1		
Total general	69		6	23	27	45	25

Fuente: Elaboración propia, en base a informes de servicios del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, periodo diciembre 2010- noviembre 2011.

3.3 Informes de Servicio clave 10-6

3.3.1 Ocurridos en Vivienda, Comercial y Vía Pública

Tabla A.3.6 - Siniestros ocurridos en Vivienda, Comercial y Vía Pública

	Vivienda	Comercial	Vía Pública
5 Pinos			1
Portales Oriente			1
Hanga Roa	1		
Los Pinos	1		
Av. Ducacud		1	
Antonio Varas		1	
Camino La Vara		1	
Claudio Gay		1	
Caracas	1		
América	1		
Cerro Quetrupillán	1		
Volcán Carran	1		
El Arrayan	2		
El Pinar	1		
Jacaranda	1		
Galvarino	1		
General Korner	1		
J.J. Pérez	1		
Esmeralda	1		
José Besa	1		
Colon norte	1		
José Toribio Merino	1		
12 de febrero	1		
La Guaitecas	1		
Guillermo Marconi	1		
Lago Calafquén	1		
Antonio Varas	1		
Laguna Blanca		1	
San José		1	
Las Perdices	1		
Los Morros	1		
Las Quintas	1		
Mar del Japón	1		

	Vivienda	Comercial	Vía Pública
Lo Blanco	1	1	
Costa Bella	1		
Francisco Camargo		1	
Pasaje Australia	1		
El Topacio	1		
Pedro de Valdivia		1	
Pedro Mendoza		1	
Rinconada de Nos		1	
Los Suspiros		1	
San José		1	
Los Morros		1	
Santa Marta	1		
Santa Mercedes	1		
Total general	16	7	1

Fuente: Elaboración propia, en base a informes de servicios del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, periodo diciembre 2010- noviembre 2011.

3.3.2 Compañías que acuden a siniestros del tipo Vivienda, Comercial y Vía Pública

Tabla A.3.7 - Compañías que acuden a siniestros del tipo Vivienda, Comercial y Vía Pública

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
5 Pinos					1		
Portales Oriente					1		
Hanga Roa	1	1					
Los Pinos	1	1					
Av. Ducacud	1	1				1	
Antonio Varas	1	1				1	
Camino La Vara				1			
Claudio Gay				1			
Caracas			1				
América			1				
Cerro Quetrupillán					1		
Volcán Carran					1		
El Arrayan		1	1				2
El Pinar		1	1				1
Jacaranda							1
Galvarino				1			
General Korner				1			
J.J. Pérez				1			
Esmeralda				1			
José Besa						1	
Colon norte						1	
José Toribio Merino						1	
12 de febrero						1	
La Guaitecas					1		
Guillermo Marconi					1		
Lago Calafquén	1						
Antonio Varas	1						
Laguna Blanca	1						
San José	1						
Las Perdices				1			
Los Morros				1			
Las Quintas		1				1	
Mar del Japón		1				1	
Lo Blanco			1			1	1
Costa Bella							1
Francisco Camargo			1			1	
Pasaje Australia					1		
El Topacio					1		

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
Pedro de Valdivia							1
Pedro Mendoza							1
Rinconada de Nos							
Los Suspiros		1			1		
San José	1						
Los Morros	1						
Santa Marta			1				
Santa Mercedes			1				
Total general	5	5	4	4	5	5	4

Fuente: Elaboración propia, en base a informes de servicios del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, periodo diciembre 2010- noviembre 2011.

3.4 Informes de Servicio clave 10-8

3.4.1 Ocurridos en Pastizales, Basurales y Otros

Tabla A.3.8 - Siniestros ocurridos en Pastizales, Basurales y Otros

	Pastizal	Basura	Otros
Almte. Riveros	1	1	
Padre Hurtado	1	1	
Alonso De Ercilla	1		
Polpaico	1		
América		2	1
Av. Lo Blanco		1	1
Yungay		1	
Autopista Central	2	1	
Av. Lo Blanco	1		
Lo Espejo	1	1	
Av. Lo Blanco	3	9	3
Padre Hurtado	3	9	3
Av. Portales	8	4	3
Baquedano	1	1	
Esmeralda	2	1	2
Frida Khalo	1		
Madrid Osorio	1	1	
Nogales	1	1	
San José De Nos	2		1
Av. Portales	1		
General Urrutia	1		
Av. Portales Oriente	2	5	3
Arturo Velázquez	1	1	
Av. Central	1	1	1
Las Palmas		2	2
Roberto Paut Calderón		1	
Balmaceda	6	7	7
12 De febrero		1	1
Av. Pinto	1	1	
Los Pétalos	2	3	4
San Francisco	1		
San José De San Martín		1	
Sánchez	1	1	
Urmeneta	1		1
Volcán			1

	Pastizal	Basura	Otros
Baquedano	4	4	3
Antonio Varas	1	1	
Los Suspiros	1		1
Padre Hurtado	1	2	1
San José	1	1	1
Bruno Casanova	1		
Parque Fray Jorge	1		
Calderón De La Barca			1
Juan De Saavedra			1
Caletera			1
Lo Espejo			1
Camino de Nos	1		1
Padre Hurtado	1		1
Camino de Nos a Los Morros	1	1	1
Los Suspiros	1	1	1
Camino El Rodeo	1		
El Barrancón	1		
Camino Internacional	2		
Diego Rivera	1		
Mauricio Rugendas	1		
Camino La Capilla	2		2
Camino El Milagro	1		1
El Barrancón			1
El Milagro	1		
Camino La Vara			
Pérez Ossa			
Camino Lonquén	1	1	
Sta. Marta	1	1	
Camino Los Pinos	1	1	
Jorge Alessandri	1	1	
Camino Nos	1		1
Padre Hurtado	1		1
Camino Romeral	1		1
Eyzaguirre	1		1
Catemito	2		1
5 De Abril	2		1
Colon	1		
Jorge Alessandri	1		
Colon Sur		1	
Maipú		1	

	Pastizal	Basura	Otros
Condell	1	1	
Ducaud		1	
San José	1		
Carirriñe		1	1
Antonio Varas		1	1
Doctora Ema Sarmiento		1	
Los Pétalos		1	
Ducaud		1	1
Padre Hurtado		1	1
E. Campaña Gandarillas		1	1
Pablo Neruda		1	1
El Cerrillo	2		1
Padre Hurtado	2		1
El Mariscal	17	12	10
Los Granados	3	3	2
Padre Hurtado	10	6	7
San Francisco	3	2	1
San José	1	1	
Ernesto Riquelme		2	2
Los Pétalos		2	2
Eyzaguirre		1	1
Eucaliptus		1	
Jorge Alessandri			1
Gabriela Mistral	1		1
Toribio Medina	1		1
General Urrutia	2	1	1
Bruno Casanova	1		1
Huaso	1	1	
Gran Avenida		1	1
Av. Lo Blanco			1
Los Carolinos		1	
Incahuasi	1	1	1
Sta. Teresa	1	1	1
Jorge Alessandri	7	5	3
Av. Central	1	1	
Av. Lo Blanco	1	1	
Calera De Tango		1	
Camino San José De Nos	1	1	1
General Urrutia	1	1	1
La Vara	1		
Romeral	1		
San José De Nos	1		1

	Pastizal	Basura	Otros
José Pedro Alessandri			1
Lo Espejo			1
La Trilla	2	2	1
Hierbas Buenas		1	1
Yerbas Buenas	2	1	
La Vara	3	2	
Caletera	1		
Hanga Roa	1	1	
Ochagavía	1	1	
Laguna Del Desierto	1	1	
Campos de Hielo	1	1	
Las Acacias	5	3	2
Arturo Gordon	1	1	
Av. Chena	1	1	
Pérez Ossa	3	1	2
Línea Férrea			1
Av. Lo Blanco			1
Lo Espejo	5	5	1
El Tranque	1	1	
General Velásquez	1	1	
Jorge Alessandri	1	1	
Ruta 5 Sur	2	2	1
Lo Martínez	1	1	
Padre Hurtado	1	1	
Lo Montoya			1
Av. Lo Blanco			1
Lo Moreno		1	
Rodrigo Ordoñez		1	
Los Pétalos	1	2	
Ernesto Riquelme	1	1	
Isabel Riquelme		1	
Los Pinos	1		
Diagonal La Vara	1		
Nueva Espejino		1	
General Urrutia		1	
Ochagavía	2		1
Las Acacias	2		1
Parcela 37	1		1
Los Pinos	1		1
Pasaje el Quillay	1		
El Alerce	1		

	Pastizal	Basura	Otros
Patria Nueva	1	1	
Francisco Miranda	1	1	
Pedro De Mendoza			1
Av. Lo Blanco			1
Polpaico		1	
Av. Lo Blanco		1	
Rafael Sotomayor	1	1	1
Padre Hurtado	1	1	1
Rinconada De Chena	1	1	1
La Vara	1	1	1
Rio retroque		1	1
Rio Becker		1	1
Ruta 5 Sur	1		
Catemito	1		
San Cristóbal		1	1
Av. Lo Blanco		1	1
San Francisco			1
Domingo Santa Cruz			1
San José	9	7	7
Costanera	1	1	1
Ducaud	4	3	3
Padre Hurtado	4	3	3
San León Grande	1		1
Cerrillo	1		1
San Martín		1	
José Toribio Medina		1	
Sta. Inés	1		1
Ruiz Tagle	1		1
Sta. Marta	3	9	4
Gran Avenida		1	1
Los Pétalos	2	7	3
Sta. Mercedes	1	1	
Sta. Pamela	1		
Las Acacias	1		

	Pastizal	Basura	Otros
Sta. Teresa	7	13	7
Juan De Dios	1	1	
Los Pétalos		1	1
Padre Hurtado	1	1	1
San Francisco	3	7	2
San Juan De Dios	1	1	1
Sta. Bárbara		1	1
Sta. Mercedes	1	1	1
Sta. Teresa De Tango	1		1
Calera De Tango	1		1
Volcán Carran	1		1
Lomas de Mirasur	1		1
Total general	125	119	90

Fuente: Elaboración propia, en base a informes de servicios del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, periodo diciembre 2010- noviembre 2011.

3.4.2 Ocurridos en Vía Pública y Sitio Eriazo

Tabla A.3.9 - Siniestros ocurridos en Vía Pública y Sitios eriazo

	Vía Pública	Sitio Eriazo
Almte. Riveros		1
Padre Hurtado		1
Alonso De Ercilla	1	
Polpaico	1	
América		2
Av. Lo Blanco		1
Yungay		1
Autopista Central	1	2
Av. Lo Blanco	1	
Lo Espejo		2
Av. Lo Blanco		9
Padre Hurtado		9
Av. Portales	3	5
Baquedano		1
Esmeralda	1	1
Frida Khalo		1
Madrid Osorio		1
Nogales	1	
San José De Nos	1	1
Av. Portales		1
General Urrutia		1
Av. Portales Oriente		5
Arturo Velázquez		1
Av. Central		1
Las Palmas		2
Roberto Paut Calderón		1
Balmaceda	3	9
12 De Febrero		1
Av. Pinto	1	
Los Pétalos		5
San Francisco		1
San José De San Martín		1
Sánchez	1	
Urmeneta	1	
Volcán		1

	Vía Pública	Sitio Eriazo
Baquedano	1	5
Antonio Varas	1	
Los Suspiros		1
Padre Hurtado		2
San José		2
Bruno Casanova		1
Parque Fray Jorge		1
Calderón De La Barca	1	
Juan De Saavedra	1	
Caletera		1
Lo Espejo		1
Camino de Nos		1
Padre Hurtado		1
Camino de Nos a Los Morros		1
Los Suspiros		1
Camino El Rodeo		1
El Barrancón		1
Camino Internacional	1	1
Diego Rivera	1	
Mauricio Rugendas		1
Camino La Capilla	1	2
Camino El Milagro	1	
El Barrancón		1
El Milagro		1
Camino La Vara	1	
Pérez Ossa	1	
Camino Lonquén		1
Sta. Marta		1
Camino Los Pinos		1
Jorge Alessandri		1
Camino Nos		1
Padre Hurtado		1
Camino Romeral		1
Eyzaguirre		1
Catemito		2
5 De Abril		2
Colon		1
Jorge Alessandri		1
Condell		2
Ducaud		1
San José		1

	Vía Pública	Sitio Eriazo
Carirriñe		1
Antonio Varas		1
Doctora Ema Sarmiento		1
Los Pétalos		1
Ducaud		1
Padre Hurtado		1
E. Campaña Gandarillas	1	
Pablo Neruda	1	
El Cerrillo		2
Padre Hurtado		2
El Mariscal	3	17
Los Granados	2	2
Padre Hurtado		12
San Francisco	1	2
San José		1
Ernesto Riquelme		2
Los Pétalos		2
Eyzaguirre	1	1
Eucaliptus		1
Jorge Alessandri	1	
Gabriela Mistral		1
Toribio Medina		1
General Urrutia		2
Bruno Casanova		1
Huaso		1
Gran Avenida	1	1
Av. Lo Blanco		1
Los Carolinos	1	
Incahuasi		1
Sta. Teresa		1
Jorge Alessandri	3	5
Av. Central	1	
Av. Lo Blanco		1
Calera De Tango		1
Camino San José De Nos		1
General Urrutia		1
La Vara		1
Romeral	1	
San José De Nos	1	
José Pedro Alessandri		1
Lo Espejo		1

	Vía Pública	Sitio Eriazo
La Trilla	1	2
Hierbas Buenas		1
Yerbas Buenas	1	1
La Vara	2	1
Caletera	1	
Hanga Roa	1	
Ochagavía		1
Laguna Del Desierto	1	1
Campos de Hielo	1	1
Las Acacias	3	2
Arturo Gordon		1
Av. Chena		1
Pérez Ossa	3	
Línea Férrea		1
Av. Lo Blanco		1
Lo Espejo	3	3
El Tranque	1	
General Velásquez	2	
Jorge Alessandri		1
Ruta 5 Sur		2
Lo Martínez		2
Padre Hurtado		2
Lo Montoya	1	
Av. Lo Blanco	1	
Lo Moreno		1
Rodrigo Ordoñez		1
Los Pétalos		2
Ernesto Riquelme		1
Isabel Riquelme		1
Los Pinos		1
Diagonal La Vara		1
Nueva Espejino	1	
General Urrutia	1	
Ochagavía	1	1
Las Acacias	1	1
Parcela 37		1
Los Pinos		1
Pasaje el Quillay		1
El Alerce		1
Patria Nueva	1	
Francisco Miranda	1	

	Vía Pública	Sitio Eriazo
Pedro De Mendoza		1
Av. Lo Blanco		1
Polpaico		1
Av. Lo Blanco		1
Rafael Sotomayor	1	
Padre Hurtado	1	
Rinconada De Chena		1
La Vara		1
Rio retroque		1
Rio Becker		1
Ruta 5 Sur	1	
Catemito	1	
San Cristóbal	1	
Av. Lo Blanco	1	
San Francisco	1	
Domingo Santa Cruz	1	
San José	1	10
Costanera		1
Ducaud	1	4
Padre Hurtado		5
San León Grande		2
Cerrillo		2
San Martín		1
José Toribio Medina		1
Sta. Inés		1
Ruiz Tagle		1
Sta. Marta		9
Gran Avenida		1
Los Pétalos		7
Sta. Mercedes		1
Sta. Pamela		1
Las Acacias		1
Sta. Teresa	1	11
Padre Hurtado	1	
San Francisco		8
San Juan De Dios		1
Sta. Mercedes		1
Sta. Teresa De Tango		1
Calera De Tango		1
Total general	43	154

Fuente: Elaboración propia, en base a informes de servicios del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, periodo diciembre 2010- noviembre 2011.

3.4.3 Ocurridos en Vivienda, Vehículo y Comercio Indus. Edif. Pública

Tabla A.3.10 - Siniestros ocurridos en Viviendas, Vehículos y Comercio Indus. Edif. Pública

	Vivienda	Vehículo	Comercio Indus. Edif Público
América			
Cabrero			
Av. Portales			1
Alfonso Donoso			1
Balmaceda			1
Santa Carolina			1
Caremapu	1		
Colon	1		
Colon Sur	1		
Ducaud	1		
El Parque	1		
Eucaliptus	1		
Eyzaguirre			3
Arturo Prat			1
Covadonga			1
La colonia			1
Francisco de Aranda	1		1
Los Ángeles	1		
Manuel de Magallanes			1
Francisco Antonio Encina	1		
Pje. Enrique Volpi	1		
Galvarino Ponce			
Urmeneta			
Gran Avenida		1	1
Balmaceda		1	
Santa Marta			1
J.J. Pérez			1
Nogales			1
Lago Ranco	1		
Martín de Solís	1		
Las Güilas	1		
Santa Inés	1		

	Vivienda	Vehículo	Comercio Indus. Edif Público
Las Nieves			1
Padre Hurtado			1
Leonora Latorre	1		
Sancho de la Hoz	1		
Los Arrayanes	1		
Lo Martínez	1		
Los Pinos			1
Jorge Alessandri			1
Maipú	1		
Bernardo O'Higgins	1		
Ñandúes		1	
La Vara		1	
Ochagavía	1		
La Vara	1		
Oscar Viel	1		
Balmaceda	1		
Pasaje 16			
Capricornio			
Pdte. Jorge Alessandri			1
La Divisa			1
Puerto Williams			
Martín de Solís			
San José	1		
Freire	1		
Victoria			1
Prat			1
Total general	13	2	12

Fuente: Elaboración propia, en base a informes de servicios del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, periodo diciembre 2010- noviembre 2011.

3.4.4 Compañías que acuden a siniestros del tipo Viviendas, Vehículos y Comercio Industrial y Edificación Pública

Tabla A.3.11 - Compañías que acuden a siniestros del tipo Viviendas, Vehículos y Comercio Industrial y Edificación Pública

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
América		1	1				
Cabrero		1	1				
Av. Portales					1		
Alfonso Donoso					1		
Balmaceda				1			
Santa Carolina				1			
Caremapu	1						
Colon	1						
Colon Sur	1						
Ducaud	1						
El Parque	1						
Eucaliptus	1						
Eyzaguirre	2				1		
Arturo Prat	1						
Covadonga					1		
La colonia	1						
Francisco de Aranda	2						
Los Ángeles	1						
Manuel de Magallanes	1						
Francisco Antonio Encina	1						
Pje. Enrique Volpi	1						
Galvarino Ponce	1						
Urmeneta	1						
Gran Avenida						2	
Balmaceda						1	
Santa Marta						1	
J.J. Pérez	1						
Nogales	1						
Lago Ranco	1						
Martín de Solís	1						
Las Güilas	1						
Santa Inés	1						
Las Nieves				1			
Padre Hurtado				1			

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
Leonora Latorre						1	
Sancho de la Hoz						1	
Los Arrayanes				1			
Lo Martínez				1			
Los Pinos	1						1
Jorge Alessandri	1						1
Maipú			1				
Bernardo O'Higgins			1				
Ñandúes							1
La Vara							1
Ochagavía				1			
La Vara				1			
Oscar Viel					1		
Balmaceda					1		
Pasaje 16				1			
Capricornio				1			
Pdte. Jorge Alessandri							1
La Divisa							1
Puerto Williams	1						
Martín de Solís	1						
San José	1	1					
Freire	1	1					
Victoria	1						
Prat	1						
Total general	16	2	2	5	3	3	3

Fuente: Elaboración propia, en base a informes de servicios del Cuerpo de Bomberos de San Bernardo, periodo diciembre 2010- noviembre 2011.

Anexo 4 Tablas con el detalle de cada Informe de Servicio de la muestra tomada

4.1 CLAVE 10-0, Fuego en Fase Inicial , de incremento o libre (enero a marzo - agosto a diciembre 2011)

Tabla A.4.1 - Tabla resumen clave 10-0 (4.1-A)

FECHA		HORA		Tiempo Llegada	DIRECCION		LUGAR DEL SINIESTRO		
Día	Mes	Año	Hora Llamado		Hora Llegada a Siniestro	Calle 1	Calle 2	Vivienda	Comercial Industrial
23	12	2011	10:20	10:24	0:04	Península de Tatiao	Carriñe	1	
21	12	2011	16:36	SR	SR	Santa Marta	Juan de Herrera	1	
17	12	2011	SR	11:12	SR	Padre Hurtado	Los Pimientos	1	
8	12	2011	19:27	19:37	0:10	Los Granados	El Mariscal	1	
4	12	2011	20:40	20:42	SR	San José	Victoria	1	
1	12	2011	13:32	13:38	0:06	Antonio Varas	Timaukel	1	
28	11	2011	19:58	SR	SR	18 de Septiembre	Pasaje 6	1	
21	11	2011	16:59	17:05	0:06	Santa Mercedes	Ernesto Riquelme	1	
18	11	2011	7:49	8:13	0:24	Pasaje Las Piñas	Los Limoneros	1	
14	11	2011	1:05	1:10	0:05	Padre Hurtado	San José		1
11	11	2011	19:01	19:05	0:04	Libertad	Primer de Mayo	1	
5	11	2011	15:35	15:37	0:02	Pedro Sancho de la Hoz	Balmaceda	1	
3	11	2011	22:36	23:07	0:31	Alejandro Cicarelli	Rodrigo de Serrano	1	
2	11	2011	16:03	16:07	0:04	Manuel de Amat	Balmaceda	1	
9	10	2011	12:37	12:41	0:04	María Graham	Martín de Solís	1	
8	10	2011	19:11	19:14	0:03	Bombero Luis Tapia	Volcán Antuco	1	
3	10	2011	5:15	5:20	0:05	Los Pétalos	Bombero Francisco Fernández	1	
1	10	2011	20:29	20:50	0:21	Mallorca	Sancho de la Hoz	1	
30	9	2011	22:29	22:33	0:04	Santa Margarita	General Velásquez		1
27	9	2011	19:44	19:50	0:06	Santa Marta	Barros Arana	1	
25	9	2011	16:58	17:03	0:05	Santa Marta	Bolivia	1	
12	9	2011	12:43	12:46	0:03	Barros Arana	San José		1
12	9	2011	9:26	9:35	0:09	Padre Hurtado	Observatorio		1
11	9	2011	17:06	17:15	0:09	Ochagavía	Las acacias	1	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4.2 - Continuación tabla resumen clave 10-0 (4.1-A)

FECHA		ACUDE COMPAÑIA							
Día	Mes	Año	1	2	3	4	5	6	7
23	12	2011	1	1					1
21	12	2011		1	1	1	1	1	
17	12	2011	1			1			
8	12	2011						1	
4	12	2011	1	1					
1	12	2011			1	1	1		
28	11	2011	1	1			1		
21	11	2011				1		1	1
18	11	2011				1			
14	11	2011						1	
11	11	2011	1					1	
5	11	2011	1			1		1	
3	11	2011		1		1		1	
2	11	2011				1		1	
9	10	2011	1	1					
8	10	2011		1		1		1	
3	10	2011		1		1		1	
1	10	2011				1		1	
30	9	2011			1				1
27	9	2011		1	1				
25	9	2011	1			1			
12	9	2011	1	1					
12	9	2011						1	
11	9	2011	1			1			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4.3 - Tabla resumen clave 10-0 (4.1-B)

FECHA		HORA		Tiempo Llegada	DIRECCION		LUGAR DEL SINIESTRO		
Día Mes	Año	Hora Llamado	Hora Llegada a Siniestro		Calle 1	Calle 2	Vivienda	Comercial Industrial	
9	9	2011	6:20	6:22	0:02	Padre Hurtado	Ernesto Riquelme	1	
8	9	2011	9:07	9:10	0:03	Santa Mercedes	Valle de Pica	1	
5	9	2011	3:19	3:26	0:07	Pje. Tonador	Av. Lo Blanco	1	
3	9	2011	23:56	0:04	0:08	Alonso de Corona	Francisco Lazcano	1	
31	8	2011	11:22	11:27	0:05	Martin de Solis	Bartolomé Díaz	1	
24	8	2011	2:28	SR	SR	Padre Hurtado	Balmaceda	1	
21	8	2011	23:55	0:09	0:14	El Pillan	Indio Jerónimo	1	
18	8	2011	14:33	14:38	0:05	Santo Domingo	Argentina		1
22	3	2011	16:57	17:00	0:03	Yañez Pinzón 070	Sancho de la Hoz	1	
19	3	2011	23:44	23:50	0:06	La Plata 81	Pje. Pernambuco	1	
17	3	2011	SR	SR	SR	Robert Kennedy 138	Pje. Jorge Alessandri	1	
17	3	2011	18:23	18:27	0:04	Padre Hurtado	San José	1	
16	3	2011	12:48	13:04	0:16	Santa Margarita	Lago Llanquihue		1
7	3	2011	SR	SR	SR	San Fernando	Francisco de Carrarigo	1	
5	3	2011	1:12	1:22	0:10	Santa Marta	Camino Lonquén		1
28	2	2011	19:20	19:57	0:37	Apalaches	Balmaceda	1	
25	2	2011	SR	SR	SR	Santa Marta	Francisco de Camargo		1
24	2	2011	0:50	0:55	0:05	Ángel Aceval	San Alfonso	1	1
21	2	2011	15:20	15:21	0:01	Santa Marta	Juan de Covarrubias	1	
17	2	2011	23:05	23:11	0:06	General Correa	Colo Colo	1	
15	2	2011	13:22	13:32	0:10	Ernesto Foguel	Portales Oriente	1	
12	2	2011	7:20	7:24	0:04	12 de Febrero	Zapala Lillo	1	
5	2	2011	20:48	21:06	0:18	Los Ilmoneros	Los Filodendros	1	
4	2	2011	13:05	13:09	0:04	O'Higgins	Freire	1	
3	2	2011	SR	SR	SR	1 de Mayo	Fidel Pinochet	1	
23	1	2011	SR	SR	SR	San José	Urmireta	1	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4.4 - Continuación tabla resumen clave 10-0 (4.1-B)

FECHA		ACUDE COMPAÑIA							
Día	Mes	Año	1	2	3	4	5	6	7
9	9	2011	1	1					1
8	9	2011	1	1					
5	9	2011						1	
3	9	2011	1	1		1			
31	8	2011	1	1	1			1	
24	8	2011	1	1	1				
21	8	2011	1	1				1	
18	8	2011	1	1					
22	3	2011		1					
19	3	2011	1	1	1	1			
17	3	2011					1		
17	3	2011						1	
16	3	2011							1
7	3	2011						1	
5	3	2011	1	1	1				1
28	2	2011	1						1
25	2	2011	1		1				
24	2	2011	1	1	1		1		1
21	2	2011						1	
17	2	2011				1			1
15	2	2011	1			1			
12	2	2011	1	1		1			
5	2	2011				1			
4	2	2011	1	1					1
3	2	2011		1	1			1	
23	1	2011							

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4.5 - Tabla resumen clave 10-0 (4.1-C)

FECHA		HORA			Tiempo Llegada	DIRECCION		LUGAR DEL SINIESTRO		
Día	Mes	Año	Hora Llamado	Hora Llegada a Siniestro		Calle 1	Calle 2	Vivienda	Comercial Industrial	
23	1	2011	16:40	16:57	0:17	Av. La Vara	Pdte. Jorge Alessandri		1	
22	1	2011	1:38	1:46	0:08	18 de Septiembre	10 de Julio	1		
21	1	2011	15:01	15:13	0:12	Bartolomé Mella	Juan de Saavedra	1		
14	1	2011	17:29	17:40	0:11	Severino Palacios	Rodrigo de Quiroga	1		
14	1	2011	0:20	0:25	0:05	Padre Hurtado	Ernesto Riquelme	1		
13	1	2011	18:35	18:50	0:15	Lonquén	Parcela 2 C		1	
12	1	2011	18:18	18:22	0:04	Antonio Varas	Martin de Solis	1		
9	1	2011	0:38	0:42	0:04	Ing. Ernesto Foguel	Robert Pont	1		
1	1	2011	16:04	16:10	0:06	Lo Moreno	Diego de Sevilla	1		
TOTAL									50	12

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4.6 - Continuación tabla resumen clave 10-0 (4.1-C)

FECHA		ACUDE COMPAÑIA							
Día	Mes	Año	1	2	3	4	5	6	7
23	1	2011	1	1	1	1	1	1	1
22	1	2011	1	1			1		
21	1	2011							1
14	1	2011						1	
14	1	2011	1	1				1	
13	1	2011		1		1			1
12	1	2011		1	1			1	
9	1	2011	1	1	1				
1	1	2011	1	1	1	1	1	1	1
33			36	23	30	21	40	24	

Fuente: Elaboración Propia

4.2 CLAVE 10-2, Fuego en áreas abiertas o no confinadas, públicas o privadas (mayo a agosto - noviembre a diciembre 2011)

Tabla A.4.7 - Tabla resumen clave 10-2 (4.2-A)

FECHA		HORA		Tiempo Llegada	DIRECCION		LUGAR DEL SINIESTRO		TIPO DE SINIESTRO			
Día	Mes	Año	Hora Llamado		Hora Llegada a Siniestro	Calle 1	Calle 2	Sitio Eriazo	Vía Pública	Pastizal	Basura	Otros
14	8	2011	19:02	20:22	1:20	Sta. Teresa	San Francisco	1			1	
13	8	2011	22:39	22:47	0:08	El Mariscal	Padre Hurtado	1		1	1	
11	8	2011	16:56	SR		San León Grande	Cerrillo	1		1		
11	8	2011	12:50	13:30	0:40	José Pedro Alessandri	Lo Espejo	1				1
5	8	2011	16:37	16:41	0:04	Balmaceda	Volcán	1				1
29	7	2011	9:29	9:42	0:13	San José	Ducaud	1				1
28	7	2011	13:44	13:49	0:05	Sta. Marta	Los Pétalos	1			1	
15	7	2011	13:47	SR		Pedro De Mendoza	Av. Lo Blanco	1				1
14	7	2011	13:15	13:21	0:06	Lo Moreno	Rodrigo Ordoñez	1			1	
14	7	2011	7:52	8:06	0:14	Ernesto Riquelme	Los Pétalos	1			1	1
6	7	2011	19:44	19:51	0:07	El Mariscal	Padre Hurtado	1			1	
5	7	2011	20:41	20:47	0:06	Doctora Ema Sarmiento	Los Pétalos	1			1	
2	7	2011	13:08	13:14	0:06	Sta. Teresa	San Francisco	1		1	1	
28	6	2011	18:01	18:07	0:06	Los Pétalos	Ernesto Riquelme	1		1	1	
25	6	2011	17:53	17:59	0:06	Caletera	Lo Espejo	1				1
20	6	2011	14:28	14:32	0:04	Baquelano	Padre Hurtado	1			1	1
19	6	2011	15:49	15:56	0:07	Av. Portales Oriente	Las Palmas	1			1	1
16	6	2011	22:55	23:01	0:06	Autopista Central	Lo Espejo	1			1	
16	6	2011	18:07	18:23	0:16	Balmaceda	Los Pétalos	1		1		1
14	6	2011	14:05	14:11	0:06	San José	Padre Hurtado	1				1
12	6	2011	17:51	18:14	0:23	Ochagavía	Las Acacias		1	1		1
12	6	2011	16:04	16:11	0:07	Av. Lo Blanco	Padre Hurtado	1			1	1
15	6	2011	13:34	13:43	0:09	Ernesto Riquelme	Los Pétalos	1			1	1
5	6	2011	17:53	17:56	0:03	Balmaceda	Los Pétalos	1			1	1
4	6	2011	10:47	10:50	0:03	Sta. Marta	Gran Avenida	1			1	1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4.8 - Continuación tabla resumen clave 10-2 (4.2-A)

FECHA		ACUDE COMPAÑIA							
Día	Mes	Año	1	2	3	4	5	6	7
14	8	2011							1
13	8	2011	1						
11	8	2011					1		
11	8	2011							1
5	8	2011						1	
29	7	2011	1						
28	7	2011						1	
15	7	2011			1				
14	7	2011							1
14	7	2011	1						
6	7	2011	1						
5	7	2011	1						
2	7	2011						1	
28	6	2011						1	
25	6	2011							1
20	6	2011							1
19	6	2011	1						
16	6	2011							1
16	6	2011	1						
14	6	2011	1						
12	6	2011							1
12	6	2011							1
15	6	2011							
5	6	2011							1
4	6	2011							1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4.9 - Tabla resumen clave 10-2 (4.2-B)

FECHA		HORA		Tiempo Llegada	DIRECCION		LUGAR DEL SINIESTRO		TIPO DE SINIESTRO		
Día	Mes	Año	Hora Llamado		Hora Llegada a Siniestro	Calle 1	Calle 2	Sitio Eriazo	Vía Pública	Pastizal	Basura
3	6	2011	22:51	SR	San León Grande	Cerrillo	1				1
3	6	2011	19:12	19:19	La Vara	Ochagavía	1		1		
2	6	2011	22:14	22:22	Av. Lo Blanco	Padre Hurtado	1		1		
1	6	2011	15:55	15:59	Sta. Teresa	San Francisco	1				1
1	6	2011	0:18	0:35	Camino El Rodeo	El Barrancón	1		1		
30	5	2011	15:31	15:35	Baquadano	San José	1		1		
30	5	2011	11:00	11:08	Av. Portales Oriente	Las Palmas	1			1	
27	5	2011	23:16	23:23	Alonso De Ercilla	Popalco		1	1		
27	5	2011	17:30	SR	Volcán Carran	Lomas de Mirasur	1		1		
12	5	2011	13:43	13:53	Jorge Alessandri	San José De Nos		1	1		1
25	5	2011	20:47	20:56	Baquadano	Los Suspiros	1		1		1
24	5	2011	13:53	13:56	Incahuasi	Sta. Teresa	1		1		1
23	5	2011	19:08	19:14	Av. Lo Blanco	Padre Hurtado	1				1
18	5	2011	13:49	14:42	Lo Espejo	General Velásquez		1			1
21	5	2011	19:09	SR	La Tilla	Yerbas Buenas	1		1		
15	5	2011	10:12	10:20	Nueva Espejino	General Urrutia		1			1
15	5	2011	9:48	9:55	Gran Avenida	Av. Lo Blanco	1				1
15	5	2011	SR	5:33	San Francisco	Domingo Santa Cruz		1			1
14	5	2011	22:46	22:51	Ochagavía	Las Acacias	1		1		
14	5	2011	11:45	SR	Baquadano	San José	1				1
14	5	2011	9:44	9:52	Sta. Teresa	San Francisco	1				1
14	5	2011	6:25	6:32	Av. Lo Blanco	Padre Hurtado	1				1
11	5	2011	13:17	13:24	San José	Padre Hurtado	1		1		1
11	5	2011	3:57	4:08	Balmaceda	Av. Pinto		1	1		1
8	5	2011	17:30	17:37	Av. Portales	Nogales		1	1		1
7	5	2011	12:30	12:36	Av. Lo Blanco	Padre Hurtado	1		1		1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4.10 - Continuación tabla resumen clave 10-2 (4.2-B)

FECHA		ACUDE COMPAÑÍA							
Día	Mes	Año	1	2	3	4	5	6	7
3	6	2011					1		
3	6	2011							1
2	6	2011						1	
1	6	2011							1
1	6	2011	1						
30	5	2011	1						
27	5	2011	1						
27	5	2011			1				
27	5	2011					1		
12	5	2011	1						
25	5	2011	1						
24	5	2011						1	
23	5	2011							1
18	5	2011							1
21	5	2011			1				
15	5	2011	1						
15	5	2011	1						
15	5	2011							
15	5	2011			1				
14	5	2011							1
14	5	2011			1				
14	5	2011				1			
14	5	2011					1		
11	5	2011	1						
11	5	2011							1
8	5	2011	1						
7	5	2011							1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4.11 - Tabla resumen clave 10-2 (4.2-C)

FECHA		HORA		Tiempo Llegada	DIRECCION		LUGAR DEL SINIESTRO		TIPO DE SINIESTRO			
Día	Mes	Año	Hora Llamado		Hora Llegada a Siniestro	Calle 1	Calle 2	Stiio Erizo	Via Pública	Pastizal	Basura	Otros
6	5	2011	20:02	20:08	0:06	Lo Espejo	Ruta 5 Sur				1	
6	5	2011	16:04	16:13	0:09	Av. Lo Blanco	Padre Hurtado	1				1
3	5	2011	14:01	14:11	0:10	Lo Espejo	General Velásquez		1	1		
2	5	2011	18:59	19:12	0:13	Rinconada De Chena	La Vara	1		1	1	1
29	11	2011	22:27	SR	SR	Av. Portales	Frida Khalo	1	1	1		
30	12	2011	4:38	SR	SR	Av. Portales	Esmeralda	1	1	1	1	1
30	12	2011	1:30	1:36	0:06	Rio retroque	Rio Becker	1			1	1
29	12	2011	9:58	10:06	0:08	El Mariscal	San Francisco		1	1	1	1
27	12	2011	15:01	15:13	0:12	Jorge Alessandri	Romeral		1	1		
26	12	2011	16:00	16:09	0:09	El Mariscal	Padre Hurtado	1		1	1	1
27	12	2011	15:31	SR	SR	Camino de Nos a Los Morros	Los Suspiros	1		1	1	1
26	12	2011	17:07	17:20	0:13	Camino Longuén	Sta. Marta	1		1	1	1
25	12	2011	21:40	SR	SR	Camino La Capilla	El Milagro	1		1		
24	12	2011	18:53	SR	SR	Jorge Alessandri	Camino San José De Nos	1		1	1	1
24	12	2011	19:00	19:08	0:08	Av. Portales	San José De Nos	1		1		1
24	12	2011	14:32	14:37	0:05	Jorge Alessandri	Av. Central		1	1	1	1
24	12	2011	11:17	SR	SR	Laguna Del Desierto	Campos de Hielo	1	1	1	1	1
23	12	2011	14:55	15:34	0:39	La Trilla	Hierbas Buenas	1			1	1
22	12	2011	22:52	22:58	0:06	Parcela 37	Los Pinos	1		1		1
21	12	2011	0:16	0:25	0:09	Balmaceda	12 De Febrero	1			1	1
20	12	2011	22:48	SR	SR	El Cerrillo	Padre Hurtado	1		1		
19	12	2011	23:00	23:04	0:04	Colon Sur	Maipú		1		1	1
19	12	2011	22:31	22:38	0:07	Sta. Teresa	San Francisco	1			1	1
19	12	2011	19:45	SR	SR	Av. Portales	Madrid Osorio	1		1	1	1
17	12	2011	9:19	9:28	0:09	Los Petalos	Isabel Riquelme	1			1	1
17	12	2011	SR	SR	SR	Lo Espejo	El Tranque		1	1	1	1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4.12 - Continuación tabla resumen clave 10-2 (4.2-C)

FECHA		ACUDE COMPAÑÍA							
Día	Mes	Año	1	2	3	4	5	6	7
6	5	2011							1
6	5	2011	1						
3	5	2011							1
2	5	2011							1
29	11	2011					1		
30	12	2011					1		
29	12	2011						1	
27	12	2011	1						
26	12	2011	1						
27	12	2011					1		
26	12	2011					1		
25	12	2011					1		
24	12	2011					1		
24	12	2011	1						
24	12	2011	1						
24	12	2011					1		
23	12	2011					1		
22	12	2011							1
21	12	2011	1						
20	12	2011					1		
19	12	2011	1						
19	12	2011						1	
19	12	2011						1	
17	12	2011	1						
17	12	2011					1		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4.13 - Tabla resumen clave 10-2 (4.2-D)

FECHA		HORA		Tiempo Llegada	DIRECCION		LUGAR DEL SINIESTRO		TIPO DE SINIESTRO			
Día	Mes	Año	Hora Llamado		Hora Llegada a Siniestro	Calle 1	Calle 2	Sitio Eriazo	Vía Pública	Pastizal	Basura	Otros
17	12	2011	23:56	0:02	SR	Av. Portales	Esmeralda		1	1		1
15	12	2011	SR	SR	SR	San Martin	José Toribio Medina				1	
15	12	2011	16:38	16:59	0:21	Pasaje el Quillay	El Alerce		1	1		
14	12	2011	21:06	21:10	0:04	El Manscal	Padre Hurtado		1		1	1
14	12	2011	18:37	19:47	1:10	Las Acacias	Av. Chena		1		1	
14	12	2011	10:18	10:29	0:11	Sta. Teresa	Sta. Bárbara		1		1	1
13	12	2011	23:49	23:51	0:02	Las Acacias	Arturo Gordon		1		1	
12	12	2011	15:41	15:53	0:12	Camino La Vara	Pérez Ossa			1		
12	12	2011	16:31	16:37	0:06	Autopista Central	Lo Espejo		1		1	
11	12	2011	22:53	SR	SR	Av. Portales Oriente	Roberto Paul Calderón		1		1	
11	12	2011	21:30	21:37	0:07	Lo Espejo	Ruta 5 Sur		1		1	
11	12	2011	17:55	18:00	0:05	El Manscal	Padre Hurtado		1		1	1
11	12	2011	14:04	14:21	0:17	Las Acacias	Pérez Ossa			1	1	1
11	12	2011	3:57	SR	SR	Av. Portales	General Urrutia		1		1	
10	12	2011	11:53	11:55	0:02	Av. Lo Blanco	Padre Hurtado		1		1	1
10	12	2011	21:53	22:02	0:09	El Manscal	San Francisco		1		1	
10	12	2011	0:40	0:46	0:06	Av. Lo Blanco	Padre Hurtado		1		1	
9	12	2011	21:22	21:31	0:09	El Manscal	Padre Hurtado		1		1	1
9	12	2011	16:51	17:01	0:10	San José	Padre Hurtado		1		1	
9	12	2011	12:14	12:23	0:09	El Manscal	Padre Hurtado		1		1	1
9	12	2011	6:07	6:16	0:09	Aménca	Yungay		1		1	
9	12	2011	23:52	SR	SR	Sta. María	Los Pétalos		1		1	1
8	12	2011	15:11	15:16	0:05	Sta. María	Los Pétalos		1		1	1
8	12	2011	14:53	14:57	0:04	Balmaceda	Sánchez		1		1	
6	12	2011	9:30	9:33	0:03	Sta. Teresa	Los Pétalos		1		1	1
6	12	2011	9:01	9:05	0:04	Sta. Teresa	Sta. Mercedes		1		1	1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4. 14 - Continuación Tabla resumen clave 10-2 (4.2-D)

FECHA		ACUDE COMPAÑÍA							
Día	Mes	Año	1	2	3	4	5	6	7
17	12	2011	1						
15	12	2011				1			
15	12	2011	1						
14	12	2011	1						
14	12	2011				1			
14	12	2011	1						
13	12	2011							1
12	12	2011							1
12	12	2011							1
11	12	2011					1		
11	12	2011						1	
11	12	2011							1
11	12	2011							1
10	12	2011							1
10	12	2011	1						
10	12	2011							1
9	12	2011	1						
9	12	2011				1			
9	12	2011	1						
9	12	2011	1						
9	12	2011					1		
8	12	2011							1
8	12	2011							1
6	12	2011							1
6	12	2011							1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4.15 - Tabla resumen clave 10-2 (4.2-E)

FECHA		HORA		Tiempo Llegada	DIRECCION		LUGAR DEL SINIESTRO		TIPO DE SINIESTRO			
Día	Mes	Año	Hora Llamado		Hora Llegada a Siniestro	Calle 1	Calle 2	Sitio Eriazo	Vía Pública	Pastizal	Basura	Otros
4	12	2011	21:55	22:11	0:16	El Mariscal	Padre Hurtado	1		1		1
4	12	2011	17:37	SR	SR	General Urrutia	Huaso	1		1		1
4	12	2011	9:36	9:52	0:16	Sta. Pamela	Las Acacias	1		1		
4	12	2011	5:14	5:25	0:11	Av. Portales	San José De Nos		1	1		
3	12	2011	18:12	SR	SR	Baquedano	Antonio Varas		1	1		1
2	12	2011	22:39	22:45	0:06	Carirife	Antonio Varas	1				1
2	12	2011	0:56	SR	SR	Condell	Ducaud	1				1
1	12	2011	0:44	1:09	0:25	Sta. Teresa De Tango	Calera De Tango	1		1		1
1	12	2011	17:34	17:43	0:09	Av. Portales Oriente	Arturo Velázquez	1		1		1
1	12	2011	16:32	SR	SR	El Mariscal	Los Granados	1	1	1		1
1	12	2011	23:57	0:04	SR	Jorge Alessandri	Calera De Tango	1				1
30	11	2011	18:02	18:04	0:02	Jorge Alessandri	Av. Lo Blanco	1		1		1
30	11	2011	15:15	SR	SR	El Mariscal	Los Granados		1	1		1
30	11	2011	14:36	14:56	0:20	Camino de Nos	Padre Hurtado	1		1		1
30	11	2011	12:51	12:59	0:08	El Mariscal	Los Granados	1		1		1
29	11	2011	22:21	SR	SR	Camino Nos	Padre Hurtado	1		1		1
29	11	2011	22:34	22:42	0:08	El Mariscal	San Francisco	1		1		1
28	11	2011	16:15	16:20	0:05	Catemitó	5 De Abril	1		1		1
28	11	2011	16:10	SR	SR	Ainte: Riveros	Padre Hurtado	1		1		1
28	11	2011	4:21	4:27	0:06	Calderón De La Barca	Juan De Saavedra		1			1
27	11	2011	16:02	SR	SR	Ruta 5 Sur	Catemitó		1	1		
27	11	2011	16:31	16:34	0:03	Sta. Teresa	San Juan De Dios	1		1		1
27	11	2011	13:19	13:35	0:16	EL Cerrillo	Padre Hurtado	1		1		1
26	11	2011	20:48	20:56	0:08	E. Campaña Gandarillas	Pablo Neuada		1			1
26	11	2011	19:25	19:30	0:05	Camino Los Pinos	Jorge Alessandri	1		1		1
26	11	2011	17:54	17:58	0:04	Sta. María	Sta. Mercedes	1		1		1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4.16 - Continuación tabla resumen clave 10-2 (4.2-E)

FECHA		ACUDE COMPAÑÍA							
Día	Mes	Año	1	2	3	4	5	6	7
4	12	2011	1						
4	12	2011					1		
4	12	2011	1						
4	12	2011	1						
3	12	2011				1			
2	12	2011	1						
2	12	2011					1		
1	12	2011	1						
1	12	2011				1			
1	12	2011						1	
1	12	2011	1						
30	11	2011	1						
30	11	2011				1			
30	11	2011	1						
30	11	2011	1						
29	11	2011	1				1		
29	11	2011	1						
28	11	2011	1						
28	11	2011					1		
28	11	2011						1	
27	11	2011				1			
27	11	2011						1	
27	11	2011							1
26	11	2011	1						
26	11	2011	1						
26	11	2011							1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4.17 - Tabla resumen clave 10-2 (4.2-F)

FECHA		HORA		Tiempo Llegada	DIRECCION		LUGAR DEL SINIESTRO		TIPO DE SINIESTRO			
Día	Mes	Año	Hora Llamado		Hora Llegada a Siniestro	Calle 1	Calle 2	Sitio Eriazo	Vía Pública	Pastizal	Basura	Otros
25	11	2011	22:59	23:01	0:02	Sta. Teresa	Juan De Dios	1		1	1	
24	11	2011	11:38	11:43	0:05	Gabriela Mistral	Torbio Medina	1		1		1
24	11	2011	17:37	17:58	0:21	Eyzaguirre	Eucaipitus	1			1	
24	11	2011	17:35	17:46	0:11	Av. Portales	Baquedano	1		1	1	
23	11	2011	23:01	23:06	0:05	Balmaceda	San José De San Martín	1			1	
23	11	2011	17:20	17:31	0:11	Patria Nueva	Francisco Miranda		1	1	1	
24	11	2011	13:26	13:35	0:09	La Trilla	Yerbas Buenas	1		1		
23	11	2011	13:19	13:25	0:06	El Marniscal	Padre Hurtado	1		1		
23	11	2011	0:24	SR	SR	Lo Martínez	Padre Hurtado	1			1	
22	11	2011	20:26	20:32	0:06	Lo Espejo	Ruta 5 Sur	1		1	1	1
22	11	2011	SR	17:49	SR	San José	Ducaud	1		1	1	1
22	11	2011	SR	14:16	SR	Av. Portales Oriente	Av. Central	1		1	1	1
21	11	2011	22:17	22:21	0:04	Sta. Teresa	San Francisco	1				
21	11	2011	17:33	17:34	0:01	Autopista Central	Av. Lo Blanco		1	1		
20	11	2011	22:01	22:10	0:09	Camino La Capilla	Camino El Milagro		1	1		1
20	11	2011	19:07	19:13	0:06	San José	Ducaud	1		1	1	1
20	11	2011	4:43	4:50	0:07	Balmaceda	Umeneña		1	1		1
19	11	2011	17:52	17:58	0:06	Bruno Casanova	Parque Fray Jorge	1		1		
18	11	2011	19:56	19:59	0:03	Gran Avenida	Los Carolinos		1		1	
18	11	2011	10:35	10:41	0:06	Sta. Teresa	San Francisco	1		1	1	
17	11	2011	19:23	19:30	0:07	San José	Padre Hurtado	1		1	1	1
16	11	2011	22:16	22:24	0:08	Sta. Teresa	San Francisco	1		1	1	
16	11	2011	19:02	19:10	0:08	Ducaud	Padre Hurtado	1			1	1
16	11	2011	18:38	SR	SR	General Urrutia	Bruno Casanova	1		1		1
15	11	2011	19:08	19:36	0:28	Lo Montoya	Av. Lo Blanco		1			1
15	11	2011	13:32	13:47	0:15	La Vara	Hanga Roa		1	1		1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla16 - Continuación tabla resumen clave 10-2 (4.2-F)

Día	FECHA		ACUDE COMPAÑIA						
	Mes	Año	1	2	3	4	5	6	7
25	11	2011							1
24	11	2011	1						
24	11	2011						1	
24	11	2011	1						
23	11	2011	1						
23	11	2011	1						
24	11	2011						1	
23	11	2011	1						
23	11	2011					1		
22	11	2011							1
22	11	2011				1			
22	11	2011			1				
21	11	2011					1		
21	11	2011							1
20	11	2011	1						
20	11	2011	1						
20	11	2011	1						
19	11	2011							1
18	11	2011				1			
18	11	2011						1	
17	11	2011					1		
16	11	2011						1	
16	11	2011							1
16	11	2011						1	
15	11	2011					1		
15	11	2011						1	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4.19 - Tabla resumen clave 10-2 (4.2-G)

FECHA		HORA		Tiempo Llegada	DIRECCION		LUGAR DEL SINIESTRO		TIPO DE SINIESTRO			
Día Mes	Año	Hora Llamado	Hora Llegada a Siniestro		Calle 1	Calle 2	Sitio Eriazo	Vía Pública	Pastizal	Basura	Otros	
15	11	2011	17:37	17:46	0:09	Condell	San José	1		1		
14	11	2011	20:43	SR	SR	Sta. Inés	Ruiz Tagle	1		1		1
14	11	2011	19:25	19:29	0:04	San José	Ducaud		1	1		1
14	11	2011	18:42	18:49	0:07	Baquedano	Padre Hurtado	1		1		1
14	11	2011	16:19	16:36	0:17	Camino Romeral	Eyzaguirre	1		1		1
14	11	2011	13:48	13:52	0:04	Balmaceda	Los Pétalos	1		1		1
12	11	2011	19:39	19:45	0:06	El Mariscal	San José	1		1		1
12	11	2011	3:07	3:11	0:04	Colon	Jorge Alessandri	1		1		1
11	11	2011	14:32	15:23	0:51	Los Pinos	Diagonal La Vara	1		1		1
10	11	2011	20:45	20:48	0:03	Camino La Capilla	El Barrancón	1		1		1
10	11	2011	20:08	20:10	0:02	Calemito	5 De Abril	1		1		1
10	11	2011	19:13	19:20	0:07	San José	Costanera	1		1		1
10	11	2011	16:43	16:49	0:06	El Mariscal	Padre Hurtado	1		1		1
9	11	2011	9:49	9:55	0:06	América	Av. Lo Blanco	1		1		1
9	11	2011	1:50	1:55	0:05	Línea Férrea	Av. Lo Blanco	1		1		1
9	11	2011	0:39	0:44	0:05	Las Acacias	Pérez Ossa		1	1		1
8	11	2011	1:03	1:10	0:07	Sta. Marta	Los Pétalos	1		1		1
7	11	2011	18:07	18:15	0:08	Polpaico	Av. Lo Blanco	1		1		1
7	11	2011	17:10	17:16	0:06	San José	Ducaud	1		1		1
7	11	2011	12:26	12:31	0:05	Sta. Marta	Los Pétalos	1		1		1
6	11	2011	23:24	23:27	0:03	Rafael Sotomayor	Padre Hurtado		1	1		1
6	11	2011	8:51	9:03	0:12	San Cristóbal	Av. Lo Blanco		1	1		1
6	11	2011	0:17	SR	SR	Camino Internacional	Diego Rivera		1	1		1
5	11	2011	18:13	SR	SR	Jorge Alessandri	La Vara		1	1		1
5	11	2011	15:09	15:13	0:04	Sta. Marta	Los Pétalos		1	1		1
5	11	2011	12:58	SR	SR	Jorge Alessandri	General Urrutia		1	1		1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4.20 -17 Continuación tabla resumen clave 10-2 (4.2-G)

FECHA		ACUDE COMPAÑIA							
Día	Mes	Año	1	2	3	4	5	6	7
15	11	2011	1						
14	11	2011						1	
14	11	2011			1				
14	11	2011	1						
14	11	2011					1		
14	11	2011						1	
12	11	2011							1
12	11	2011	1						
11	11	2011				1			
10	11	2011	1						
10	11	2011					1		
10	11	2011				1			
10	11	2011						1	
9	11	2011	1						
9	11	2011				1			
9	11	2011							1
8	11	2011						1	
7	11	2011				1			
7	11	2011	1						
7	11	2011						1	
6	11	2011	1						
6	11	2011	1						
6	11	2011					1		
5	11	2011							1
5	11	2011	1						
5	11	2011							1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4.21 - Tabla resumen clave 10-2 (4.2-H)

FECHA		HORA		Tiempo Llegada	DIRECCION		LUGAR DEL SINIESTRO		TIPO DE SINIESTRO			
Día	Mes	Año	Hora Llamado		Hora Llegada a Siniestro	Calle 1	Calle 2	Sitio Eriazo	Vía Pública	Pastizal	Basura	Otros
5	11	2011	0:41	0:50	0:09	Balmaceda	Los Pétalos	1			1	1
4	11	2011	21:09	21:25	0:16	Balmaceda	San Francisco	1		1		
4	11	2011	20:39	20:45	0:06	Sta. Marta	Los Pétalos	1			1	1
4	11	2011	20:10	20:16	0:06	El Manscal	Padre Hurtado	1		1		
4	11	2011	19:34	SR	SR	Camino Internacional	Mauricio Rugendas	1		1		
4	11	2011	16:22	16:30	0:08	Balmaceda	Los Pétalos	1				1
4	11	2011	16:13	10:16	SR	Sta. Teresa	Padre Hurtado		1	1		1
4	11	2011	15:36	15:42	0:06	Lo Espejo	Jorge Alessandri	1		1		1
4	11	2011	13:17	13:28	0:11	Las Acacias	Pérez Ossa	1		1		
3	11	2011	22:05	22:12	0:07	Lo Martínez	Padre Hurtado	1		1		
3	11	2011	22:00	23:20	1:20	La Vara	Caletera	1		1		
1	11	2011	13:29	13:33	0:04	Av. Lo Blanco	Padre Hurtado	1				1
1	11	2011	4:29	4:36	0:07	Eyzaguirre	Jorge Alessandri		1			1
1	11	2011	3:17	3:23	0:06	El Manscal	Padre Hurtado	1				1
TOTAL							154	43	125	119	90	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4.22 - Continuación tabla resumen clave 10-2 (4.2-H)

FECHA		ACUDE COMPAÑIA							
Día	Mes	Año	1	2	3	4	5	6	7
5	11	2011						1	
4	11	2011						1	
4	11	2011						1	
4	11	2011	1						
4	11	2011					1		
4	11	2011	1						
4	11	2011						1	
4	11	2011							1
4	11	2011	1						
3	11	2011						1	
3	11	2011							1
1	11	2011							1
1	11	2011	1						
1	11	2011	1						
76	14	27	51	62	87	74			

Fuente: Elaboración Propia

4.3 CLAVE 10-6, Accidente con Gases con gases combustibles (mayo a agosto - noviembre a diciembre 2011)

Tabla A.4.23 - Tabla resumen clave 10-6 (4.3-A)

FECHA		HORA		Tiempo Llegada	DIRECCION		LUGAR DE SINIESTRO			TIPO DE SINIESTRO	
Día	Mes	Año	Hora Llamado		Hora Llegada a Siniestro	Calle 1	Calle 2	Vivienda	Comercial Industrial Edif. Publico	Via Publica	Fuga de Gas
23	12	2011	7:17	7:38	Galvarino	General Córner	1			1	
9	12	2011	12:27	12:35	José Besa	Colon norte	1			1	
6	12	2011	17:29	SR	Pasaje Australia	El Topacio	1			1	
5	12	2011	0:54	1:05	0:11	Hanga Roa	1			1	
4	12	2011	21:36	SR	SR	Los Morros	1			1	
9	11	2011	20:47	SR	SR	5 Pinos			1		1
6	11	2011	19:07	20:06	0:59	J.J. Pérez	1			1	
5	11	2011	21:35	21:46	0:11	Lago Calafuén	1			1	
5	11	2011	11:25	11:30	0:05	José Toribio Merino	1			1	
10	10	2011	23:17	23:28	0:11	Las Quintas	1			1	
22	9	2011	12:46	12:53	0:07	Rinconada de Nos		1		1	
16	9	2011	21:59	22:06	0:07	San José		1		1	
21	8	2011	23:22	23:25	0:03	Caracas	1			1	
15	3	2011	9:25	9:30	0:05	Lo Blanco		1		1	
10	3	2011	21:07	21:12	0:05	Av. Ducacud		1		1	
9	3	2011	23:17	23:26	0:09	Lo Blanco	1			1	
25	2	2011	17:38	17:50	0:12	El Arrayan	1			1	
22	2	2011	22:34	22:50	0:16	Santa Marta	1			1	
22	2	2011	16:32	16:41	0:09	Pedro de Valdivia		1			1
21	2	2011	SR	SR	SR	Cerro Quetrupillán	1				1
17	2	2011	15:28	15:35	0:07	Camino La Vaya		1		1	
14	2	2011	0:06	SR	SR	La Guaitecas	1			1	
5	2	2011	23:20	23:25	0:05	El Arrayan	1			1	
13	1	2011	19:07	19:17	0:10	Laguna Blanca		1			1
TOTAL							16	7	1	20	4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4.24 - Continuación tabla resumen clave 10-6 (4.3-A)

FECHA		ACUDE COMPAÑIA							
Día	Mes	Año	1	2	3	4	5	6	7
23	12	2011				1			
9	12	2011						1	
6	12	2011					1		
5	12	2011	1	1					
4	12	2011				1			
9	11	2011					1		
6	11	2011				1			
5	11	2011	1						
5	11	2011						1	
10	10	2011		1				1	
22	9	2011		1			1		
16	9	2011	1						
21	8	2011			1				
15	3	2011			1			1	
10	3	2011	1	1				1	
9	3	2011							1
25	2	2011							1
22	2	2011			1				
22	2	2011							1
21	2	2011					1		
17	2	2011				1			
14	2	2011					1		
5	2	2011		1	1				1
13	1	2011	1						

Fuente: Elaboración Propia

4.4 CLAVE 10-8; Otros servicios de emergencias o apoyo brindado (enero a marzo - septiembre a diciembre 2011)

Tabla A.4.25 - Tabla resumen clave 10-6 (4.4-A)

FECHA		HORA		Tiempo Llegada	DIRECCION		LUGAR DEL SINIESTRO				
Día	Mes	Hora Llamado	Hora Llegada a Siniestro		Calle 1	Calle 2	Vivienda	Vehículo	Comercio Industria Edif. Público	Vía Pública	
20	12	2011	4:00	4:02	0:02	Eyzaguirre	Covadonga			1	
19	12	2011	21:53	22:08	0:15	Puerto Williams	Martin de Solis				1
18	12	2011	0:48	0:55	0:07	Gran Avenida	Balmaceda		1		
14	12	2011	19:48	19:54	0:06	Lago Ranco	Martin de Solis	1			
12	12	2011	1:39	1:44	0:05	Las Nieves	Padre Hurtado			1	
5	12	2011	2:33	2:58	0:25	Galvarino Ponce	Umeneta				1
3	12	2011	21:42	21:49	0:07	Eyzaguirre	Arturo Prat			1	
2	12	2011	12:02	12:05	0:03	Francisco de Aranda	Manuel de Magallanes			1	
25	11	2011	23:54	0:01	0:07	Francisco de Aranda	Los Angeles	1			
9	11	2011	1:54	2:04	0:10	Gran Avenida	Santa Marta			1	
4	11	2011	18:57	19:07	0:10	Francisco Antonio Encina	Pte. Enrique Yolpi	1			
5	11	2011	20:59	21:10	0:11	Pasaje 16	Capricornio				1
18	10	2011	12:06	12:13	0:07	Los Pinos	Jorge Alessandri			1	
8	10	2011	19:32	19:34	0:02	Ptde. Jorge Alessandri	La Divisa			1	
6	10	2011	22:19	22:24	0:05	J.J. Pérez	Nogales			1	
3	10	2011	20:35	20:42	0:07	Colon Sur	Ducaud	1			
30	9	2011	15:29	15:39	0:10	Caremapu	Colon	1			
19	9	2011	16:26	16:29	0:03	Victoria	Prat				1
13	9	2011	13:24	13:31	0:07	Leonora Latorre	Sancho de la Hoz	1			
11	9	2011	6:14	6:22	0:08	El Parque	Eucaliptus	1			
10	9	2011	4:16	4:41	0:25	Las Gúilas	Santa Inés	1			
15	2	2011	2:48	2:52	0:04	Maipú	Bernardo O'Higgins	1			
29	1	2011	22:05	22:10	0:05	San José	Freire	1			
16	1	2011	21:30	21:39	0:09	Eyzaguirre	Luberna			1	
16	1	2011	0:25	0:31	0:06	Av. Portales	Alfonso Donoso			1	
TOTAL							11	2	11	3	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.4.26 - Continuación tabla resumen clave 10-6 (4.4-A)

FECHA			TIPO DE SINIESTRO					ACUDE COMPAÑÍA						
Día	Mes	Año	Choque	Robo	Quemas emanac. olor no det.	Accidente Casero y quema	1	2	3	4	5	6	7	
20	12	2011		1							1			
19	12	2011				1	1							
18	12	2011	1								1			
14	12	2011				1	1							
12	12	2011				1			1					
5	12	2011			1		1							
3	12	2011			1		1							
2	12	2011			1		1							
25	11	2011				1	1							
9	11	2011		1								1		
4	11	2011				1	1							
5	11	2011			1				1					
18	10	2011			1		1					1		
8	10	2011			1								1	
6	10	2011			1		1							
3	10	2011			1		1							
30	9	2011			1		1							
19	9	2011			1		1							
13	9	2011				1						1		
11	9	2011				1	1							
10	9	2011				1	1							
15	2	2011			1				1					
29	1	2011			1		1		1					
16	1	2011			1		1							
16	1	2011			1		1				1			
2			2	2	14	9	16	1	1	2	3	3	3	

Fuente: Elaboración Propia

Bibliografía

1. [Hamdy12] Hamdy A. Taha. Investigación de Operaciones, Novena edición: Pearson, 2012.
2. [CBSB11] Cuerpo de Bomberos de San Bernardo. Informes de servicio. San Bernardo, 2011.
3. [CBSB11] Cuerpo de Bomberos de San Bernardo. Memoria Anual. San Bernardo, 2011.
4. [SERNAC11] Servicio Nacional del Consumidor. Sondeo de combustibles. Santiago, 2011.
5. [ELW2016] Enciclopedia Libre Wikipedia. Problema de la asignación: ELW, 2016. (disponible vía Web en https://es.wikipedia.org/wiki/Problema_de_la_asignaci%C3%B3n visitada en marzo 2014)
6. [IIOL2016] Ingeniería Industrial Online. Problemas de Asignación: IIOL, 2016. (disponible vía Web en <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/investigaci%C3%B3n-de-operaciones/problemas-de-asignaci%C3%B3n/> visitada en agosto 2013)
7. [SSH2016] SlideShare. Problema de la Asignación: SSH, 2016. (disponible vía Web en <http://es.slideshare.net/josekh89/problema-de-asignacin> visitada en julio 2012)
8. [SSH2016] SlideShare. Antología para la Investigación de Operaciones, Investigación de Operaciones, Unidad 8, Modelo de Asignación: SSH2016. (disponible vía Web en <http://es.slideshare.net/castor18/antologia-de-investigacion-de-operaciones> visitada en julio 2012)
9. [BS2016] Blogspot. Método de Asignación: BS, 2016. (disponible vía Web en <http://aractani.blogspot.com/2008/04/metodo-de-asignacin.html> visitada en diciembre 2013)
10. [UPIICSA2016] Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias sociales y Administrativas. Método de la Esquina Noroccidental: UPIICSA, 2016. (disponible vía Web en http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/portal/Polilibros/P_terminados/InvOper1V/r/InvOperac/UMD/Unidad%206/Contenido/T%C3%A9cnicas%20de%20Soluci%C3%B3n%20del%20Problema%20de%20Transporte/metododelaesquinanoroccide.htm visitada en febrero 2013)

11. [IOL2016] Ingeniería Industrial Online, Método Gráfico: IOL, 2016. (disponible vía Web en <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/investigaci%C3%B3n-de-operaciones/m%C3%A9todo-gr%C3%A1fico/#> visitada en septiembre 2012)
12. [USBV2010]Universidad Simón Bolívar Venezuela. El problema del agente viajero: USBV, 2010. (disponible vía Web en http://prof.usb.ve/bfeijoo/dat/CO5423/200509_CO5423_Clase_17.pdf visitada en septiembre 2012)
13. [CGODIUCH2006] Centro de Gestión de Operaciones Departamento de Ingeniería Industrial Universidad de Chile. Investigación de operaciones, modelos matemáticos y optimización CGODIUCH, 2006. (disponible vía Web en http://mate.dm.uba.ar/~gduran/docs/charlas/junaeb_willy_8.pdf visitada en septiembre 2012)