



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

SISTEMA *CONTEXT-AWARE* PARA LA DECISIÓN DE MECANISMO DE
DISEMINACIÓN EN REDES VEHICULARES AD-HOC

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA
INGENIERÍA MENCIÓN ELÉCTRICA

ALEXIS DANILO YÁÑEZ INOSTROZA

PROFESOR GUÍA:
DRA. SANDRA CÉSPEDES UMAÑA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
NOMBRE1 APELLIDO1
NOMBRE2 APELLIDO2

SANTIAGO DE CHILE
JUNIO 2017

RESUMEN DE LA TESIS
PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
MENCIÓN ELÉCTRICA
POR: ALEXIS DANILO YÁÑEZ INOSTROZA
FECHA: JUNIO 2017
PROF. GUÍA: DRA. DRA. SANDRA CÉSPEDES UMAÑA

SISTEMA *CONTEXT-AWARE* PARA LA DECISIÓN DE MECANISMO DE
DISEMINACIÓN EN REDES VEHICULARES AD-HOC

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Tabla de Contenidos

1. Introducción	1
1.1. Motivación Y Antecedentes	1
1.2. Definición del Problema	2
1.3. Hipótesis	3
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo General	3
1.4.2. Objetivos Específicos	3
1.5. Metodología y Herramientas	4
2. Marco Teórico y Estado del Arte	5
2.1. Conceptos Técnicos	5
2.1.1. VANETs	5
2.2. Revision y Evaluación Crítica del Estado del Arte	6
2.2.1. Diseminación en VANETs	6
2.2.2. Detección de Congestion de Tráfico	6
2.3. Sistemas Context-Aware	7
3. Resultados Pre-eliminares	8
4. Cronograma	11

Índice de Tablas

Índice de Ilustraciones

Capítulo 1

Introducción

En este capítulo se presenta a modo de introducción al trabajo realizado, la motivación, antecedentes, descripción del problema, objetivos, alcance, metodología y las herramientas que se utilizan para dar forma al trabajo. Estas secciones pretenden bosquejar un marco donde se concibe y desarrolla el problema principal, con el objetivo de facilitar la comprensión del trabajo expuesto posteriormente.

1.1. Motivación Y Antecedentes

Los nuevos avances en tecnologías de información y comunicaciones se han expandido a diversas áreas, gracias a un crecimiento explosivo de dispositivos que pueden ser introducidos en diversos rubros de la producción y actividad humana. Sin duda alguna que estos avances han presentado grandes ventajas que antes eran impensadas, siendo las redes inalámbricas uno de los descubrimientos más importantes que aportan un sinnúmero de beneficios, gracias a que prescinden de cableado y permiten movilidad de los terminales o nodos, reduciendo los costos de producción y permitiendo una comunicación versátil.

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) los accidentes de tránsito son la causa principal de muerte en el grupo de 15 a 29 años de edad. Más del 90 % de las muertes relacionadas con accidentes de tránsito se producen en países de ingresos medios o bajos, a pesar de que estos cuentan aproximadamente con el 50 % del parque automotriz mundial. La mitad de las personas que mueren por esta causa en todo el mundo son “usuarios vulnerables de la vía pública”, es decir: peatones, ciclistas y motociclistas [?].

Las redes vehiculares VANETs (*Vehicular Ad-Hoc Networks*) han surgido como una de las soluciones más prometedoras para reducir los accidentes de tránsito y mejorar la eficiencia en sistemas de transporte inteligentes (*Intelligent Transportation Systems (ITS)*). Éstos sistemas pueden soportar una gran variedad de aplicaciones, que buscan dar solución a problemas que surgen en el contexto del transporte vehicular [?], que además, son producto de las sociedades modernas. En resumen los grandes problemas asociados al transporte son:

- Alta tasa de mortandad a causa de accidentes vehiculares [?].
- Congestión de tráfico en ciudades altamente pobladas.
- Altas emisiones de CO_2 .
- Peligro frente a condiciones climáticas adversas.

Estos problemas pueden ser abordados desde muchos enfoques. Las redes vehiculares pueden ayudar a sopesar estos problemas, sin embargo, su implementación posee aún grandes desafíos. Por lo cual, para que este tipo de tecnologías sea verdaderamente un aporte para solucionar problemáticas transversales, se necesita que su desempeño sea robusto y eficiente, en concordancia a los requerimientos de cada aplicación.

Unas de las aplicaciones mas prometedoras tiene relación al envío de mensajes de alerta, para poder notificar de manera rápida y eficiente, eventos de importancia sobre el contexto vehicular (por ejemplo: colisiones, condiciones climáticas adversas, mal comportamiento de conductores, etc.) para de esta manera, los conductores puedan tomar una decisión para evitar posibles accidentes. Sin embargo estas aplicaciones tienen un mal comportamiento en escenarios en donde existen muchos vehículos o nodos, debido a la saturación del canal de comunicación.

Frente a lo expuesto, se hace imperante dar solución a las falencias que puedan tener las aplicaciones basadas en redes vehiculares, para que sean capaces de dar una respuesta contundente y robusta frente a los problemas ya mencionados.

1.2. Definición del Problema

Las aplicaciones basadas en redes vehiculares, mayoritariamente desplegadas en sistemas de comunicación inalámbricas DSRC (Dedicated Short-Range Communication) deben gran parte de su éxito, a la calidad en la comunicaciones de los nodos o vehículos participantes en la red. Este desempeño esta directamente relacionado con el escenario en el cual tiene lugar la implementación de la red, es decir, en escenarios donde existe una gran cantidad de nodos, las aplicaciones que utilizan el mecanismo de *beaconing* ven mermados sus beneficios debido a colisiones o perdidas de paquetes en la red. Esto influye en la adquisición de información relevante de manera oportuna.

Por otra parte, para poder detectar el escenario en el cual se ven inmersos los vehículos o nodos, es necesario establecer un intercambio de información adicional. Es más, muchos mecanismos diseñados para la detección de trafico utilizan un esquema cooperativo, en donde los nodos comparten su información para mejorar la lectura que se realiza del estado del tráfico.

Es aquí donde se produce una contradicción, pues, para poder detectar de manera precisa la densidad de vehículos, se hace necesario un intercambio de información entre los nodos. Ésto sobrecarga el canal de comunicación y puede empeorar el funcionamiento de los protocolos de disseminación y recolección debido a una reducción en el desempeño de la red.

Esto ya presenta un problema en la actualidad, sin embargo, en perspectiva, es posible observar que este problema solo puede aumentar, dado el alto avance y penetración que pueden tener las redes vehiculares y si se considera que en un futuro se hará posible la integración de otros actores al contexto vehicular, tales como: peatones, ciclistas, motociclistas y hasta animales.

1.3. Hipótesis

En base a lo expuesto en la descripción del problema, surge una propuesta para poder encontrar una solución al problema de detectar de manera concisa, rápida y eficiente, el escenario en el cual se ven envueltos los participantes de la red. Se buscara probar en esta tesis que:

Es posible utilizar los datos del desempeño de la red ad-hoc, para descubrir el escenario o contexto, en el cual se encuentra el o los nodos. De esta forma se puede tomar una decisión de como diseminar la información para aumentar la tasa de entrega de paquetes y disminuir el tiempo de retardo.

Así se puede aprovechar la misma información del nodo y no se sobrecargaría el canal de comunicación, pues la información del desempeño se puede realizar con la comunicación ya existente.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el desempeño de un nuevo enfoque, introducido en redes vehiculares, para la detección de la cantidad de vecinos de un nodo en particular, basado en parámetros que caracterizan el desempeño de la red.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Estudiar propuestas previas para la detección y cuantificación de congestión de tráfico en redes vehiculares.
2. Estudiar la implementación de machine learning en una simulación discreta.
3. Confeccionar una base de datos del desempeño de la red en base a un escenario simplista con el simulador Omnet++.
4. Diseñar un sistema de clasificación basado en redes neuronales para la cuantificación de vecinos utilizando la base de datos del punto 3 para entrenar y validar.
5. Realizar experiencia pre-eliminar del enfoque con el escenario simplista.

6. Implementar una simulación con escenarios realistas para evaluar el desempeño del nuevo enfoque.
7. Analizar y comparar la nueva forma de detección en base a parámetros como: aciertos, tiempo de detección, retardo etc.

1.5. Metodología y Herramientas

Capítulo 2

Marco Teórico y Estado del Arte

2.1. Conceptos Técnicos

2.1.1. VANETs

Aplicaciones en VANETs

las cuales se pueden dividir en tres grandes grupos [?]:

- **Seguridad en la Ruta** – Este tipo de aplicaciones tienen como objetivo reducir los accidentes de tránsito y mejorar la seguridad vial. Por un lado, mediante intercambios de información en tiempo real, los vehículos son capaces de identificar posibles colisiones, e informar a los conductores o iniciar automáticamente los sistemas de control del vehículo para responder a los eventos inminentes. Por otro lado, después de una colisión de vehículos, se produce los intercambios de información en tiempo real, que notifican a otros vehículos para evitar entrar en el lugar peligroso. Por lo tanto, estas aplicaciones de seguridad juegan un papel vital en la reducción de los accidentes de tráfico [24, 25]. Tales aplicaciones tienen requisitos estrictos de retraso de transmisión de mensajes y fiabilidad. En las redes de vehículos, los mensajes de seguridad deben ser entregados a los vehículos cercanos de la manera más rápida y confiable posible.
- **Gestión del tráfico** – En la actualidad, la gestión del tráfico en algunas intersecciones importantes en un entorno urbano sigue dependiendo de las intervenciones manuales. Debido a las consideraciones de costos, es difícil lograr una gestión eficiente del tráfico en las carreteras o caminos rurales. Sin embargo, es probable que las direcciones de tráfico soportadas por las comunicaciones vehiculares abarquen más segmentos de carretera, lo que puede mejorar la eficiencia de la gestión del tráfico, reducir la congestión del tráfico y ahorrar tiempo de viaje a los usuarios[26]. Comparado con las aplicaciones de seguridad, este tipo de aplicaciones no tiene requisitos de retraso y fiabilidad, lo que significa que se puede tolerar un pequeño retardo de transmisión o pérdida de paquetes.

- **Entretenimiento** – El objetivo de este tipo de aplicaciones es hacer que la vida de los usuarios móviles sea cómoda a través de las comunicaciones vehiculares. Por ejemplo, Los usuarios que viajan pueden disfrutar de servicios multimedia continuos y ubicuos de Internet, por ejemplo, streaming de vídeo, navegación web y descarga de archivos, etc., a través de V2V o V2I en redes vehiculares [27]. Este tipo de aplicaciones tiene requisitos de QoS como la continuidad y alto rendimiento [28].

2. Marco Teórico

En este capítulo se presenta y definen los conceptos básicos que permiten el entendimiento de la materia investigada y del posterior trabajo realizado.

2.1. Redes Digitales

A grandes rasgos corresponden a la conexión entre dispositivos electrónicos que utilizan un canal para poder intercambiar información relevante para cada uno de estos dispositivos. Esto constituye un sistema de comunicación que utiliza señales digitales y el cual presenta nuevos desafíos, como la discretización y cuantificación de las señales transmitidas, frecuencias de muestreo de señales, formas de hacer uso del canal físico, tecnologías de acceso al medio etc.

2.2. Redes Móviles Estas redes son de tipo inalámbrico, es decir el canal físico corresponde al espectro radioeléctrico y requiere de antenas transmisoras y receptoras. El objetivo de estas redes es que se pueda establecer comunicación con hosts que están constantemente cambiando su posición.

2.2.1. Redes Móviles Ad-hoc (MANET) Estas redes se caracterizan por utilizar una arquitectura P2P, por lo tanto, la información no viaja hacia un servidor, estableciéndose solo inter-conectividad entre los dispositivos. Las Redes Vehiculares Ad-hoc (VANET) corresponden a un tipo de estas redes [19].

2.2. Revision y Evaluación Crítica del Estado del Arte

2.2.1. Diseminación en VANETs

2.2.2. Detección de Congestion de Tráfico

2.2.1.1. Detección de Congestion de Trafico en VANETs Actualmente existen diversas aplicaciones que buscan resolver el problema de la congestión de tráfico a través de sistemas de VANETs. Éste se puede dividir en 3 grandes etapas. 1) Monitoreo de las principales variables que facilitan la detección de tráfico, 2) detección o predicción de congestión, y 3) Diseminación eficiente de la información [13]. Algunos autores (ver tabla 1) abordan las dos primeras etapas, mientras que otros desarrollan las 3 en plenitud, las cuales pueden retro-alimentarse, pues, para detectar los nodos vecinos, utilizan una tabla en la cual se indexan la identificación, posición, velocidad, etc. y en base a esto, luego se puede diseminar la información de manera

eficiente, utilizando solo ciertos nodos para retransmitir la información y no sobrecargar el canal de comunicación. Además las diferentes propuestas se pueden diferenciar en el tipo de variable que utilizan para detectar la congestión de tráfico, algunos utilizan el tiempo de viaje en un segmento de la ruta, mientras que otros utilizan la posición y/o velocidad de vehículos en la vecindad. Estas diferencias se relacionan con el tipo de arquitectura que utilizan los mecanismos, esta puede ser V2V, V2I-I2V. Los sistemas V2V se pueden subdividir en aquellos que utilizan un sistema cooperativo distribuido a aquellos que utilizan uno centralizado o aquellos que utilizan un sistema de solicitudes. Las soluciones mas recientes introducen un sistema de diseminación multi-salto, es decir los nodos adquieren la información y la repiten a los nodos vecinos que están mas alejados de la fuente de información. Un resumen compacto del estudio de las propuestas se muestra en la Tabla 1.

Características Propuestas Etapas Arquitectura Variable utilizada [1] Lakas (2009). 1,2,3 V2V Tiempo de Viaje [2] Mohandas (2009). 1,2,3 V2I-I2V - [3] Bauza (2010). 1 y 2 V2V Velocidad y Densidad [4] Xu, Y. (2010). 1,2,3 V2V,V2I-I2V Velocidad y Densidad [5] Marfia (2011). 1 y 2 I2V Tiempo de Viaje [6] Singh (2011). 1,2,3 V2V Velocidad y Posición [7] Zhang, (2011). 1 y 2 - Mapa de Velocidades [8] Terroso-sáenz (2012). 1,2,3 V2V,V2I-I2V Velocidad y Posición [9] Xu, Y. (2012). 1,2,3 I2V Tiempo de Viaje [10] Bauza (2013). 1,2,3 V2V Velocidad y Densidad [11] Martuscelli (2013). 1,2,3 V2V Posición [12] Younes (2013). 1,2,3 V2V Posición [13] Gramaglia (2014). 1,2,3 V2V Posición [14] Milojevic (2014). 1,2,3 V2V Velocidad y Densidad [15] Shaikh (2014). 1,2,3 V2V Velocidad [16] Yuan (2014). 1,2,3 V2V Velocidad y Densidad [17] Younes (2015). 1,2,3 V2V Velocidad [18] Turcanu (2016). 1,2,3 V2V,V2I-I2V Posición

Tabla 1. Resumen de las propuestas estudiadas.

Tanto para detectar como para diseminar los sistemas basados en beaconing, suelen sufrir desperfectos cuando se tiene congestión de tráfico, debido a la sobrecarga en el canal de comunicación lo que se conoce como tormenta de broadcast. por lo que saber, cuántos vecinos tiene un nodo, en tiempo real y de manera precisa, puede entregar beneficios tanto para la congestión de tráfico como para ajustar los mecanismos de recolección y diseminación de información, además de poder otorgar alternativas a los conductores que prefieren evadir el tráfico, lo puedan hacer manera eficiente. Esto presenta un gran desafío a resolver y explorar en las redes inter-vehiculares, debido a su alto impacto en los tiempos de detección.

2.3. Sistemas Context-Aware

Definición 2.1 (ver [?]) *Definición definitiva*

$$\frac{d}{dx} \int_a^x f(y)dy = f(x).$$

Capítulo 3

Resultados Pre-eliminares

Quisque facilisis auctor sapien. Pellentesque gravida hendrerit lectus. Mauris rutrum sodales sapien. Fusce hendrerit sem vel lorem. Integer pellentesque massa vel augue. Integer elit tortor, feugiat quis, sagittis et, ornare non, lacus. Vestibulum posuere pellentesque eros. Quisque venenatis ipsum dictum nulla. Aliquam quis quam non metus eleifend interdum. Nam eget sapien ac mauris malesuada adipiscing. Etiam eleifend neque sed quam. Nulla facilisi. Proin a ligula. Sed id dui eu nibh egestas tincidunt. Suspendisse arcu.

Maecenas dui. Aliquam volutpat auctor lorem. Cras placerat est vitae lectus. Curabitur massa lectus, rutrum euismod, dignissim ut, dapibus a, odio. Ut eros erat, vulputate ut, interdum non, porta eu, erat. Cras fermentum, felis in porta congue, velit leo facilisis odio, vitae consectetur lorem quam vitae orci. Sed ultrices, pede eu placerat auctor, ante ligula rutrum tellus, vel posuere nibh lacus nec nibh. Maecenas laoreet dolor at enim. Donec molestie dolor nec metus. Vestibulum libero. Sed quis erat. Sed tristique. Duis pede leo, fermentum quis, consectetur eget, vulputate sit amet, erat.

Donec vitae velit. Suspendisse porta fermentum mauris. Ut vel nunc non mauris pharetra varius. Duis consequat libero quis urna. Maecenas at ante. Vivamus varius, wisi sed egestas tristique, odio wisi luctus nulla, lobortis dictum dolor ligula in lacus. Vivamus aliquam, urna sed interdum porttitor, metus orci interdum odio, sit amet euismod lectus felis et leo. Praesent ac wisi. Nam suscipit vestibulum sem. Praesent eu ipsum vitae pede cursus venenatis. Duis sed odio. Vestibulum eleifend. Nulla ut massa. Proin rutrum mattis sapien. Curabitur dictum gravida ante.

Phasellus placerat vulputate quam. Maecenas at tellus. Pellentesque neque diam, dignissim ac, venenatis vitae, consequat ut, lacus. Nam nibh. Vestibulum fringilla arcu mollis arcu. Sed et turpis. Donec sem tellus, volutpat et, varius eu, commodo sed, lectus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Quisque enim arcu, suscipit nec, tempus at, imperdiet vel, metus. Morbi volutpat purus at erat. Donec dignissim, sem id semper tempus, nibh massa eleifend turpis, sed pellentesque wisi purus sed libero. Nullam lobortis tortor vel risus. Pellentesque consequat nulla eu tellus. Donec velit. Aliquam fermentum, wisi ac rhoncus iaculis, tellus nunc malesuada orci, quis volutpat dui magna id mi. Nunc vel ante. Duis vitae lacus. Cras nec ipsum.

Morbi nunc. Aliquam consectetur varius nulla. Phasellus eros. Cras dapibus porttitor risus. Maecenas ultrices mi sed diam. Praesent gravida velit at elit vehicula porttitor. Phasellus nisl mi, sagittis ac, pulvinar id, gravida sit amet, erat. Vestibulum est. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Curabitur id sem elementum leo rutrum hendrerit. Ut at mi. Donec tincidunt faucibus massa. Sed turpis quam, sollicitudin a, hendrerit eget, pretium ut, nisl. Duis hendrerit ligula. Nunc pulvinar congue urna.

Nunc velit. Nullam elit sapien, eleifend eu, commodo nec, semper sit amet, elit. Nulla lectus risus, condimentum ut, laoreet eget, viverra nec, odio. Proin lobortis. Curabitur dictum arcu vel wisi. Cras id nulla venenatis tortor congue ultrices. Pellentesque eget pede. Sed eleifend sagittis elit. Nam sed tellus sit amet lectus ullamcorper tristique. Mauris enim sem, tristique eu, accumsan at, scelerisque vulputate, neque. Quisque lacus. Donec et ipsum sit amet elit nonummy aliquet. Sed viverra nisl at sem. Nam diam. Mauris ut dolor. Curabitur ornare tortor cursus velit.

Morbi tincidunt posuere arcu. Cras venenatis est vitae dolor. Vivamus scelerisque semper mi. Donec ipsum arcu, consequat scelerisque, viverra id, dictum at, metus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut pede sem, tempus ut, porttitor bibendum, molestie eu, elit. Suspendisse potenti. Sed id lectus sit amet purus faucibus vehicula. Praesent sed sem non dui pharetra interdum. Nam viverra ultrices magna.

Aenean laoreet aliquam orci. Nunc interdum elementum urna. Quisque erat. Nullam tempor neque. Maecenas velit nibh, scelerisque a, consequat ut, viverra in, enim. Duis magna. Donec odio neque, tristique et, tincidunt eu, rhoncus ac, nunc. Mauris malesuada malesuada elit. Etiam lacus mauris, pretium vel, blandit in, ultricies id, libero. Phasellus bibendum erat ut diam. In congue imperdiet lectus.

Aenean scelerisque. Fusce pretium porttitor lorem. In hac habitasse platea dictumst. Nulla sit amet nisl at sapien egestas pretium. Nunc non tellus. Vivamus aliquet. Nam adipiscing euismod dolor. Aliquam erat volutpat. Nulla ut ipsum. Quisque tincidunt auctor augue. Nunc imperdiet ipsum eget elit. Aliquam quam leo, consectetur non, ornare sit amet, tristique quis, felis. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque interdum quam sit amet mi. Pellentesque mauris dui, dictum a, adipiscing ac, fermentum sit amet, lorem.

Ut quis wisi. Praesent quis massa. Vivamus egestas risus eget lacus. Nunc tincidunt, risus quis bibendum facilisis, lorem purus rutrum neque, nec porta tortor urna quis orci. Aenean aliquet, libero semper volutpat luctus, pede erat lacinia augue, quis rutrum sem ipsum sit amet pede. Vestibulum aliquet, nibh sed iaculis sagittis, odio dolor blandit augue, eget mollis urna tellus id tellus. Aenean aliquet aliquam nunc. Nulla ultricies justo eget orci. Phasellus tristique fermentum leo. Sed massa metus, sagittis ut, semper ut, pharetra vel, erat. Aliquam quam turpis, egestas vel, elementum in, egestas sit amet, lorem. Duis convallis, wisi sit amet mollis molestie, libero mauris porta dui, vitae aliquam arcu turpis ac sem. Aliquam aliquet dapibus metus.

Vivamus commodo eros eleifend dui. Vestibulum in leo eu erat tristique mattis. Cras at elit. Cras pellentesque. Nullam id lacus sit amet libero aliquet hendrerit. Proin placerat, mi non elementum laoreet, eros elit tincidunt magna, a rhoncus sem arcu id odio. Nulla eget leo a

leo egestas facilisis. Curabitur quis velit. Phasellus aliquam, tortor nec ornare rhoncus, purus urna posuere velit, et commodo risus tellus quis tellus. Vivamus leo turpis, tempus sit amet, tristique vitae, laoreet quis, odio. Proin scelerisque bibendum ipsum. Etiam nisl. Praesent vel dolor. Pellentesque vel magna. Curabitur urna. Vivamus congue urna in velit. Etiam ullamcorper elementum dui. Praesent non urna. Sed placerat quam non mi. Pellentesque diam magna, ultricies eget, ultrices placerat, adipiscing rutrum, sem.

Capítulo 4

Cronograma

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Definición 4.1 (ver [?]) *Definición definitiva*

$$\frac{d}{dx} \int_a^x f(y) dy = f(x).$$