



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

**TEMA: “ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE MOTORES
M.E.P. EN LOS TAXIS DE LA CIUDAD DE IBARRA”**

AUTOR: DÁVILA GUERRERO ALEX ISRAEL

DIRECTOR: ING. FAUSTO EDUARDO TAPIA GUDIÑO, MSc.

IBARRA, MAYO 2019

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

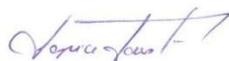
En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención de título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "Estudio del comportamiento de Motores M.E.P. en los taxis de la ciudad de Ibarra" presentado por el señor: Alex Israel Dávila Guerrero con número de cédula 100296934-1, doy fé que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 16 días del mes de Mayo del 2019

Atentamente



Ing. Fausto Tapia G. MSC
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



AUTORIA DE RESPONSABILIDAD

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En el cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1002969341
APELLIDOS Y NOMBRES:	ALEX ISRAEL DÁVILA GUERRERO
DIRECCIÓN:	ATUNTAQUI AV: LUIS LEORO FRANCO Y OLMEDO
EMAIL:	aidavilag@utn.edu.ec
TELÉFONO FIJO:	(06)-2-908-990 TELÉFONO MÓVIL: 0988826125

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“Estudio del comportamiento de Motores M.E.P. en los taxis de la ciudad de Ibarra “
AUTOR:	Alex Israel Dávila Guerrero
FECHA:	16/05/2019
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	Ingeniero en Mantenimiento Automotriz
ASESOR/DIRECTOR	Ing. Fausto Eduardo Tapia Gudiño. MSc

1. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos del autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 16 días del mes de mayo del 2019

AUTOR



Firma

ALEX ISRAEL DÁVILA GUERRERO

Nombre completo

1002969341

CC.

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado es dedicado a mi madre, quien, con su ardua labor de enseñanza, ha hecho de mí, la persona y profesional en el cual hoy me convierto. A mi familia quienes con todo el afecto del mundo han estado de una u otra manera, apoyándome en todo mi camino estudiantil. A mis maestros por su pujante labor de enseñanza la misma que se encuentra reflejada hoy en este trabajo de grado. Y de manera muy especial para Angélica quien, con su comprensión y amor, ha sido mi compañera en noches de desvelo y días de aprendizaje, en estos últimos años.

ALEX ISRAEL DÁVILA GUERRERO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, quien abrió caminos y puertas para culminar con éxito, este logro tan anhelado por mi familia. A todos mis maestros universitarios quienes con paciencia y sabiduría me han guiado por el arduo camino de la enseñanza durante mi vida en la casona universitaria. Finalmente, y no menos importante a mi familia quien ha sido la precursora de todo este logro, apoyándome incondicionalmente con su cariño y comprensión a lo largo de toda mi vida estudiantil.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	xv
INTRODUCCIÓN	xvii
1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Formulación del problema	3
1.4 Delimitación	3
1.4.1 Temporal	3
1.4.1 Espacial	3
1.5 Objetivos	4
1.5.1 Objetivo general	4
1.5.2 Objetivos específicos	4
1.6 Justificación	4
1.7 Servicio de taxis en la ciudad de Ibarra	5
1.7.1 Productividad del transporte público	8
1.7.2 Prestaciones y equipamiento	8
1.8 Combustible	9
1.8.1 Combustibles derivados del petróleo	9
1.8.2 Gasolina	9
1.8.2.1 Clasificación de las cajas de cambio	10
1.8.2.2 Detonación	10
1.8.2.3 Goma	11
1.8.3 Diésel o gasóleo	11
1.8.3.1 Propiedades del diésel	12
1.9 Motor térmico	12
1.9.1 Motores de combustión interna	13
1.9.2 Motor de encendido provocado (mep) de 4 tiempos otto	13
1.9.2.1 Primer tiempo admisión	13
1.9.2.2 Segundo tiempo compresión – adiabática sin intercambio de calor	14
1.9.2.3 Tercer tiempo explosión expansión.	15

1.9.2.4 Cuarto tiempo escape	16
1.9.2.5 Motor de encendido por compresión m.e.c. de cuatro tiempos diésel	17
1.9.2.6 Tiempo de admisión	18
1.9.2.7 Tiempo de compresión	19
1.9.2.8 Tiempo de combustión o expansión	19
1.10 Consumo de combustible	21
1.10.1 Tecnologías de eficiencia de consumo de combustible	22
1.10.1.1 Desactivación de cilindros	23
1.10.1.2 Turbo cargadores y super cargadores	23
1.10.1.3 Sistema de encendido y sistema de apagado	23
1.10.1.4 Inyección directa de combustible	24
1.10.1.5 Válvula de tiempo adelanto o retraso de las válvulas	24
CAPÍTULO II	29
2 METODOLOGÍA	29
2.1 Tasa de ocupación	29
2.1.1 Calculo de la muestra	30
2.1.2 Obtención de datos técnicos de los modelos seleccionados	31
2.1.3 Obtención de curvas de torque y potencia	32
2.1.4 Levantamiento de recorrido	34
2.1.5 Consideración de variables, parámetros y consideraciones para el estudio del consumo de combustible	35
2.1.5.1 Variables y parámetros de la cinemática del vehículo	36
2.1.5.2 Variables y parámetros para el consumo instantáneo de combustible	36
2.1.5.3 Parámetros del consumo de combustible promedio	37
2.1.6 Definición de equipos y dispositivos de medición electrónicos	37
2.1.6.1 Selección de dispositivo electrónico para levantamiento de cinemática	37
2.1.6.2 Selección de equipos y dispositivo para obtención del consumo instantáneo	39
2.2 Rendimiento de combustible	39
2.2.1 Patrones de conducción	40
2.2.1.1 Conducción eficiente	40
2.2.1.2 Consumo energético y contaminación ambiental	40
2.2.1.3 Puesta en marcha del motor	41
2.2.1.4 Selección de marcha en conducción	41
2.2.1.5 Estados de conducción en vehículos livianos	42
2.2.2 Matemática aplicada al motor	
2.2.2.1 Cilindrada	44
2.2.2.2 Relación de compresión	45
2.2.2.3 Par motor	46
2.2.2.4 Potencia	46

2.2.2.5 Consumo específico	47
2.3 Curvas características	51
2.3.1 Curva proporcional par torsional (torque)	52
2.3.2 Curva de potencia	52
2.3.3 Curva de consumo de combustible	53
2.3.4 Cajas de cambio manuales	54
2.3.4.1 Clasificación de las cajas de cambio	55
2.3.5 Diferencial	57
2.3.6 Tasa de proporcionalidad	58
2.3.7 Neumáticos	59
2.3.8 Matematica tren de potencia	60
2.3.8.1 Cálculo de relaciones de transmisión	60
2.3.8.2 Selección del motor	62
2.3.8.3 Selección del diferencial	63
2.3.8.4 Cálculo de la capacidad de arranque en pendiente	63
2.3.8.5 Capacidad de ascenso	64
2.3.8.6 Potencia de reserva	64
2.3.8.7 Potencia para vencer la resistencia al rodamiento	65
2.3.8.8 Potencia para vencer la resistencia aerodinámica	65
2.3.8.10 Potencia para vencer la inercia	66
2.3.8.11 Velocidad aparente	66
2.3.8.12 La carga sugerida de la rueda (crs)	67
2.3.8.13 Radio dinámico	68
2.4 Criterios de startability y gradeability aceptables	68
2.4.9 Gradeability capacidad de ascenso	68
2.3.10 Startability (capacidad de arranque)	70
2.4 Metodología	70
CAPITULO III	72
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	72
3.1 Analisis de la información	72
3.1.1 Caracterizacion del parque automotor, tomado como referencia la flota actual	72
3.1.2 Clasificación por marcas y modelos en las cooperativas de taxis	73
3.1.3 Caracterizacion preferencial del parque automotor de la ciudad de ibarra	74
3.1.4 Toma de muestra de los taxis según el modelo mas usado	75
3.1.4.1 Especificaciones técnicas nissan – sentra b13	75
3.1.4.2 Especificaciones técnicas chevrolet – aveo chevitaxi	76
3.1.4.3 Especificaciones técnicas chevrolet – aveo activo	77
3.1.4.4 Especificaciones técnicas del hyundai – accent 1,4	78

3.1.4.5 Especificaciones técnicas del kia – rio xcite 1,4	78
3.1.4.5 Obtención de curvas de potencia y torque	79
3.1.5 Analisis de las pendientes de la ciudad de ibarra	80
3.1.6 Procedimiento para el levantamiento de datos	81
3.1.6.1 Cálculo del número de seguimientos	81
3.1.6.2 Consumo instantáneo del vehículo	82
3.1.6.3 Consumo instantáneo por estados en función del modelo vehicular	82
3.1.6.4 Consumo promedio mediante encuestas	83
3.1.6.5 Consumo promedio en estado de conducción normal	84
3.2 Propuesta del parque automotor para implementación de futuras unidades.	86
3.2.1 Toma de muestra de las posibles futuras unidades par el uso de taxis convencionales o ejecutivos de la ciudad	87
3.2.1.1 Especificaciones técnicas chevrolet spark gt	88
3.2.1.2 Especificaciones técnicas kia picanto r	89
3.2.1.3 Especificaciones técnicas spark life 1000cc	90
3.2.1.4 Especificaciones hyundai grand i10	91
3.2.1.5 Especificaciones citroën c-elysse	92
3.2.2 Consumo promedio mediante encuestas	93
3.2.2.1 Consumo promedio de la flota futura en estado de conducción normal	94
3.2.3 Comparación de consumos flota actual y flota futura	96
3.2.4 Costo de consumo de combustible en dólares	97
3.2.4.1 Costo de consumo de combustible de la flota actual en dólares	97
3.2.4.2 Costo de consumo de combustible de la flota futura propuesta en dólares	98
3.3 Pruebas en matlab del análisis del rendimiento del motor y del tren de potencia	99
3.3.1 Análisis e interpretación de datos del chevrolet spark gt 1200cc	102
3.3.2 Análisis e interpretación de datos del kia picanto r 1200cc	104
3.3.3 Análisis e interpretación de datos del chevrolet spark life 1000cc	105
3.3.4 Análisis e interpretación de datos del hyundai grand i10 1200cc	107
3.3.5 Análisis e interpretación de datos del citroën c-elysee 1600cc	110
3.4 Análisis de rendimiento en pendiente máxima.	112
3.4.1 Análisis de resultados de los motores de los vehículos	112
CAPÍTULO IV	116
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	116
4.1 Conclusiones	116
4.2 Recomendaciones	117
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118
ANEXOS	121

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA NÚM.	PÁGINA
2.1 Tasa de ocupación	29
2.2 Datos del cálculo de la Muestra	30
2.3 Cambio de marcha	42
2.4 Coeficiente de Fricción Para Neumáticos	60
2.5 Relaciones de transmisión para un Chevrolet Corsa	62
3.6. Clasificación por marcas	73
3.7. Clasificación según la Marca	74
3.8. Unidades Seleccionadas para la Muestra	75
3.9. Especificaciones Nissan Sentra B13	76
3.10. Especificaciones del Chevrolet Aveo Chevitaxi	77
3.11. Especificaciones del Chevrolet Aveo Activo	77
3.12. Especificaciones del Hyundai Accent 1,4	78
3.13. Especificaciones del Kia – Rio Xcyte 1,4	79
3.14. Análisis pendientes	81
3.15. Consumos Instantáneos de las Pruebas	82
3.16. Consumo Promedio Encuestas	83
3.17. Estado de conducción normal	84
3.18. Consumo de combustible flota actual	85
3.19. Posibles futuras unidades de taxi	87
3.20. Especificaciones Técnicas Spark GT 1200cc	88
3.21. Especificaciones Técnicas Picanto R 1200cc	89
3.22. Especificaciones Técnicas Spark LIFE 1000cc	90
3.23. Especificaciones Técnicas Grand i10	91
3.24. Especificaciones Técnicas Citroën C-Elysee 1600cc	92
3.25. Consumo Promedio Encuestas Flota Futura	93
3.26. Estado de conducción normal flota futuro	94
3.28. Comparación de consumo	96
3.29. Costo de Consumo Flota Actual	97
3.30. Costo de consumo flota futura propuesta	98
3.31. Análisis de Parámetros Spark GT 1200cc	102
3.32. Verificación de Datos Spark GT 1200cc	103
3.33. Análisis de Parámetros Kia Picanto 1200cc	104
3.34. Verificación de Datos Kia Picanto R 1200cc	105
3.35. Análisis de Parámetros Spark LIFE 1000cc	106
3.36. Verificación de Datos Spark Life 1000cc	107
3.37. Análisis de Parámetros Hyundai Grand i10 1200cc	108
3.38. Verificación de Datos Grand i10 1200cc	109
3.39. Análisis de Parámetros Citroën C-Elysee 1600cc	110
3.40. Verificación de Datos Citroën C-Elysee 1600cc	111
3.41. Análisis de rendimiento en pendiente máxima	112
3.42. Emisiones efecto invernadero por flota actual	112
3.43. Emisiones contaminantes Kia Rio 1.4	114

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS NÍM.		PÁGINA
1.1	Medios de transporte antiguo	6
1.2.	Primer tiempo admisión	14
1.3.	Segundo tiempo compresión	15
1.4.	Tercer tiempo explosión expansión	16
1.5.	Cuarto Tiempo Escape	17
1.6.	Motor de Encendido por Compresión M.E.C. de cuatro tiempos Diésel	18
1.7.	Tiempo de Admisión	18
1.8.	Tiempo de Compresión	19
1.9.	Tiempo de Combustión o Expansión	20
1.10.	Tiempo de Escape	21
11.	El downsizing de los motores	25
2.12	Pruebas en dinamómetro Aveo Family	32
2.13	Resultados de prueba en dinamómetro Aveo Family	33
2.14	Toma de muestras taxis	34
2.15	Recorrido de un taxi en cinco horas mostrado desde Google Earth	35
2.16	Dispositivo Electrónico para Levantamiento de Cinemática	38
2.17	Puesta en marcha	41
2.18	Estados de Conducción en Vehículos Livianos	43
2.19	Características de los motores térmicos	44
2.20.	Longitudes entre PMS y PMI, Volumen de Cámara	46
2.21	La curva de torque se muestra el producto de la fuerza por la distancia	52
2.22	Curva resulta el trabajo que desarrolla un motor de combustión interna	53
2.23	Curva de Consumo Específico	53
2.24.	Caja de Cambios Manual	54
2.25	Situación de la Caja de Cambios en un Vehículo	56
2.26	Situación de la Caja de Cambios Propulsión Trasera	57
2.27	Diferencial del Vehículo	58
2.28.	Neumático	59
2.29.	Flujograma de procesos	71
3.30.	Análisis pendientes	80
3.31.	Parámetros generales	99
3.32.	Ingresados los datos del neumático	100
3.33.	Datos de la caja de cambios manual	100
3.34.	Datos del Motor	101
3.35.	Datos del sistema diferencial	101

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN NÚM		PÁGINA
1.1	Combustible	9
1.2	Gasolina	10
1.3	Propiedades del Diésel	12
2.4.	Cálculo de la muestra	30
2.5.	Cilindrada	44
2.6.	Relación de Compresión	45
2.7.	Par Motor	46
2.8.	Potencia	46
2.9.	Potencia	47
2.10.	Consumo Instantáneo de Crucero	47
2.11	Consumo Instantáneo de Crucero	48
2.12.	Consumo en Ralentí	48
2.13	Consumo Instantáneo en Aceleración y Desaceleración	49
2.14.	Consumo Instantáneo en Aceleración y Desaceleración	50
2.15.	Consumo Instantáneo en Aceleración y Desaceleración	50
2.16.	Consumo Promedio	51
2.17.	Cálculo de relaciones de transmisión	61
2.18.	Las relaciones de transmisión en una caja simplificada	61
2.19.	Selección del motor	62
2.20.	Selección del diferencial	63
2.21.	Cálculo de la capacidad de arranque en pendiente	63
2.22.	Capacidad de ascenso	64
2.23.	Potencia de reserva	64
2.24.	Potencia para vencer la resistencia al rodamiento	65
2.25.	Potencia para vencer la resistencia aerodinámica	65
2.26.	Factor de altitud	66
2.27.	Potencia para vencer la inercia	66
2.28.	Velocidad aparente	67
2.29.	La carga sugerida de la rueda (CRS)	67
2.30.	Radio dinámico	68
2.31.	Gradeability capacidad de ascenso	69
2.32.	Startability (capacidad de arranque)	70
3.33.	Análisis de las pendientes de la ciudad de Ibarra	80

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO NÚM.	PÁGINA
1. Resultados del Software Matlab para el Cálculo de Parámetros	121
2. Especificaciones técnicas del spark GT.....	122
3. Especificaciones técnicas nuevo kia picanto	123
4. Especificaciones Técnicas del Hyundai Grand i10	124
5. Especificaciones técnicas del Spark LIFE.....	125
6. Especificaciones Técnicas Citroën C-Elysee	126

RESUMEN

El incremento de las unidades de taxis en la ciudad de Ibarra es eminente ya que en la actualidad existen aproximadamente 1 400 taxis entre taxis convencionales y ejecutivos, generalizando como necesario, el uso público de dichas unidades. La creación y extensión de nuevos cupos en cada una de las cooperativas es un hecho, para lo cual se pretende crear conciencia ya que esta ampliación se traduce en más contaminación para nuestro planeta a la vez mas consumo de combustible y por lo tanto más costo de operación para cada una de las unidades. En su gran mayoría los taxis utilizados para el servicio urbano son de cilindrada 1 600cm³, en la ciudad de Ibarra, este uso de vehículos potentes se resume en el desperdicio de combustible ya que el mismo trabajo que realiza un sedán, lo podría realizar un vehículo de 1 200cm³, el principal temor de los dueños de las unidades es que la potencia de un auto de esas características no cumpla con los requerimientos y prestaciones que exigen la estructura geográfica de la ciudad.

Pero gracias al estudio se puede comprobar que las nuevas opciones son sustentables para el manejo dentro de la ciudad y en condiciones adversas que presenta la misma, además de realizar un estudio completo del parque automotor actual existente en la ciudad de Ibarra.

Analizar de forma directa cada una de las condiciones físicas y tecnológicas es un compromiso que se realiza, dentro de la investigación, la cual propone también una estadística de consumo de combustible, así como una propuesta comparativa del parque automotor actual, frente al futuro, complementando así el estudio con una resultante satisfactoria, la mismas que impulse a los dueños de cada unidad de taxis, a tener la iniciativa de cambio por las nuevas unidades futuras. Además de resolver una posible sugerencia a la actual Resolución de la Comisión Nacional de Transporte Terrestre, Transito y Seguridad Vial, el cual establece en su Capítulo I, Artículo 5: que los vehículos de transporte comercial y servicio ejecutivo pueden ser, de clase automóvil sedan o station wagon desde 1 300 cm³. Con capacidad para cinco personas, incluido el conductor. El espacio de carga debe tener una capacidad mínima de 0.4 metros cúbicos.

ABSTRAC

The increase of taxi units in the city of Ibarra is eminent since there are currently approximately 1 400 taxis between conventional and executive taxis, generalizing as necessary, the public use of such units. The creation and extension of new quotas in each of the cooperatives is a fact, for which it is intended to create awareness as this expansion translates into more pollution for our planet at the same time more fuel consumption and therefore more cost of operation for each of the units. The vast majority of taxis used for the urban service are of 1 600cm³ displacement, in the city of Ibarra, this use of powerful vehicles is summarized in the waste of fuel since the same work performed by a sedan, could be done by a vehicle of 1,200 cm³, the main fear of the owners of the units is that the power of a car of these characteristics does not meet the requirements and benefits required by the geographical structure of the city.

But thanks to the study it can be seen that the new options are sustainable for driving within the city and in adverse conditions it presents, in addition to a complete study of the existing vehicle fleet in the city of Ibarra.

Directly analyzing each of the physical and technological conditions is a commitment that is made, within the research, which also proposes a fuel consumption statistics, as well as a comparative proposal of the current automotive fleet, facing the future, complementing so the study with a satisfactory result, the same that drives the owners of each taxi unit, to have the initiative to change for the new future units. In addition to resolving a possible suggestion to the current Resolution of the National Commission of Land Transportation, Transit and Road Safety, which establishes in its Chapter I, Article 5: that the vehicles of commercial transport and executive service can be, of automobile class sedan or station wagon from 1 300 cm³. With capacity for five people, including the driver. The cargo space must have a minimum capacity of 0.4 cubic meters.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación trata dos partes muy importantes, el estudio completo sobre el efecto desperdicio de combustible al usar motores de cilindrada 1 500 cm³, 1 600 cm³ y en algunos casos hasta 1 800 cm³, en la actual flota de taxis en la ciudad de Ibarra. Para lo se realiza un plan estratégico mediante un proceso clasificativo del parque automotor existente, de forma consiguiente se realiza un estudio de los datos estadísticos de consumo de combustible, tanto: diario, semanal, mensual y anual. Se realiza una delimitación de cada una de las cooperativas y unidades, y por último se concluye una cantidad aceptable de galones utilizados para el funcionamiento de la flota, según el cálculo de la muestra determine, todos los datos son recolectados y procesados de acuerdo a las:, condiciones geográficas del terreno, y la características con las que viene cada automotor incorporado , para lo cual se recurre a una ficha técnica dispuesta por cada cas comercial cuando un nuevo modelo sale a la venta al mercado nacional.

Para llegar a determinar los parámetros y valores de estudio de cada una de las flotas es necesario desglosar una muestra de estudio, para a su vez realizar el estudio completo de dicha muestra, en lo cual se lo realizo en base Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Transito y Seguridad Vial específicamente en la parte de: Los Servicios de Transporte Titulo II (artículo 57), de los Tipos de Transporte Terrestre Titulo IV(artículo 71), de la Homologación de los Medios de Transporte Titulo VI(artículo 86), Revisión Técnica Vehicular y Homologaciones (artículo 205), en este caso también nos regimos a la Norma Técnica Ecuatoriana con sus respectivas resoluciones y artículos.

Los procesos de recolección de datos específicamente experimentales y se los hizo de la forma más practica posible, acogiendo autos de trabajo reales representantes de las distintas cooperativas, y la flota futura son automotores de propiedad privada, que fueron sometidos a diversas pruebas tanto en la ciudad de Ibarra en las calles de la ciudad, y en la ciudad de Quito en las instalaciones de la Politécnica Nacional división anexa (Ccicev) y las calles de la ciudad.

CAPÍTULO I

1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 ANTECEDENTES

El uso masivo de los subderivados del petróleo, en especial de los combustibles (gasolina y gas oíl), empleados para auto propulsar los diferentes medios de transporte masivo tales como: autos, buses, camiones y demás, incorporados estos con motores de combustión interna es una realidad desde hacía varias décadas atrás, pero antiguamente la calidad de los materiales se veía reflejada en la duración y resistencia de los mismos, por esa razón es que las carrocerías antiguas, eran muy robustas y para ello era necesario la implementación en su interior de una serie de motores de gran cilindrada, que por consecuencia dichos motores tenían un alto índice de consumo de combustible. En la actualidad gracias a los avances tecnológicos y además de nuevas creaciones en materiales resistentes y ultraligeros, pero todos este proceso avanza y se complementa con la incorporación de motores pequeños de baja cilindrada a autos de pasajeros y también a nivel de automóviles de carga liviana, el pasado con altos índices de consumo de combustible se terminó, el hoy es la eficiencia de combustible, las empresas fabricantes de autos se encuentran con una prioridad, la eficiencia de combustible es un reto que los fabricantes han asumido desde ya hace varios años, todo esto debido a la escasos o a su vez el elevado costo de creación de los combustibles usados para la alimentación de los motores, pero en esencia la parte fundamental es la de reducir los niveles de contaminación existentes en nuestro planeta. Una nueva era de contaminación nos invade y esta es producida diariamente por toneladas en todo el mundo, pero una de las principales causas de contaminación, es resultado de los gases de escape provenientes de los automóviles que se usan día a día. El automóvil en nuestro diario vivir se ha convertido en una necesidad la cual va incrementando, cada vez existe una mayor demanda de cantidad de vehículos en el parque automotor, sea destinado estos para el servicio público o a su vez privado.

El uso de transporte público dentro de la ciudad hoy en día se encuentra como una prioridad ya que el mismo facilita nuestra llegada a tiempo, hacia los diferentes puntos de encuentro que se nos haya designado, pueden ser estas oficinas, establecimientos educativos, centros de diversión y en su defecto de vuelta a nuestros hogares. Para ello se encuentra dividido el sector de transporte público en dos grandes grupos: los autobuses urbanos y los taxis urbanos.

El incremento de unidades de taxis en la ciudad de Ibarra es eminente ya que en la actualidad existen aproximadamente 1400 taxis entre taxis convencionales y taxis ejecutivos (Armas, 2012), generalizado como uso masivo, la intervención de muchas más unidades en aumento cada día, y para lo cual esto se traduce en más contaminación para nuestro planeta, y a su vez más tráfico vehicular.

La principal causa que nos embarca en este proyecto es de aprovechar, la energía y los nuevos avances de tecnología en los automotores.

Ya que según previas investigaciones rápidas se logró determinar que el parque automotor de transporte público cuenta con vehículos de cilindrada 1 400, 1 600 y hasta 1 800cc, generando un gran problema, que desde otro punto de vista dichos vehículos son desperdiciados en energía y en recursos económicos, ya que el incremento de cilindrada de un motor representa más consumo de combustible más contaminación y por supuesto elevación de los “costos de inversión de trabajo”, que son indispensables para la movilización de un taxi por la ciudad.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática del hoy por hoy, es la contaminación generada por los automóviles ya que todo esto es generado por el “desperdicio” de energía por utilizar motores de gran cilindrada en el transporte público, pero esto se traduce también en altos índices de desperdicio de combustible. Aunque dicha problemática se pretende concientizar con el presente proyecto, el cual promueve mediante una sugerencia, tratar de reducir de manera eficiente los índices de consumo de combustible, ya que los avances de la tecnología de las grandes constructoras de vehículos están ofertando una serie de nuevos modelos de automóviles de baja cilindrada, y por consiguiente bajo consumo de combustible, los

mismos que pueden ser adoptados como vehículos de servicio público, ya que los mismo presentan tasas de consumo de combustible muy bajas, pero a su vez eficientes. Y para ello se nos permitirá establecer una relación entre consumo/inversión diaria, mensual, y anual. Y a su vez predeterminar un valor promedio entre cada uno de los datos recopilados tanto del transporte público en la actualidad vs con el transporte público que se puede implementar en el futuro.

Las pérdidas generadas debido a este problema aparentemente son imperceptibles y se las suele confundir con el consumo normal de automotor, lo que lleva a los propietarios de taxis a simplemente conformarse con la situación, y dejar a la suerte lo que suceda con su próximo vehículo. (Cevallos, 2014)

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo realizar un análisis de la eficiencia de los motores de combustión interna?

1.4 DELIMITACIÓN

Dentro de la delimitación se tiene dos la temporal y la espacial mismas que detallan a continuación.

1.4.1 TEMPORAL

Dicho proyecto se llevará a cabo desde abril del presente año hasta el mes de febrero del año siguiente.

1.4.1 ESPACIAL

Este proyecto se llevará a cabo en las instalaciones de la Universidad Técnica del Norte además de investigaciones de campo realizados en las diferentes zonas urbanas, además de centros de recopilación de información, tales como: el Gremio de Taxistas, la Agencia de Movilidad del Norte, la ANT y demás.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el rendimiento del motor de combustión interna en las taxis urbanas de la ciudad de Ibarra.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer la tasa de caracterización y consumo de combustible del servicio de taxis de la ciudad de Ibarra.
- Definir la cilindrada, potencia y torque requerida en un vehículo para satisfacer las exigencias de operación del servicio de taxis en Ibarra.
- Estimar la disminución de consumo de combustible y emisiones que se lograría a través del uso de vehículos de menor cilindrada.
- Proponer una reforma en la normativa legal ecuatoriana en la cual se establece que la cilindrada de un vehículo del servicio de taxis debe ser máximo 1300cc.

1.6 JUSTIFICACIÓN

Gracias a la investigación, que se realizará, se podrá sugerir de manera sistemática y con un respaldo escrito ya demostrado, que se implemente una nueva ordenanza, la cual incorporará unidades de transporte público de baja cilindrada que será beneficioso tanto para los propietarios de las unidades como para la sociedad en general. También se pretende evidenciar la necesidad de reducir de manera significativa las emisiones de CO₂, contaminante hacia nuestra atmósfera, y así tener la posibilidad de poder desacelerar el efecto de un importante factor del calentamiento global.

El plan inicial del proyecto es, establecer un número correcto de taxis activos en la ciudad de Ibarra, es decir los taxis que se encuentran en circulación, en el presente año, ya que se

logró concluir con una pequeña investigación previa que se realizó, que se debe tomar en cuenta los socios activos de cada cooperativa, ya que también existe gran cantidad de socios pasivos los cuales en la mayoría de sus casos no cuentan con vehículo o unidad en circulación, razón por la cual este pequeño detalle podría alterar nuestros resultados finales. En la actualidad todo este tipo de información es recompilada por la Agencia Nacional de Tránsito y sus derivados, entonces nuestro primer objetivo es el de establecer el número de cooperativas existentes en la ciudad de Ibarra, con el número de autos por cada cooperativa además de las marcas, año de fabricación y modelo de las unidades existentes en dicha cooperativa, por parte de los taxis urbanos de la ciudad de Ibarra y los taxistas ejecutivos de dicha ciudad.

1.7 SERVICIO DE TAXIS EN LA CIUDAD DE IBARRA

El medio de transporte en la ciudad, se encuentra presente desde tiempos muy antiguos, ya que el mismo es uno de los principales motores de la actividad económica y a su vez nos facilita la movilización cuando existe largas distancias.

En el Ecuador al paso de los años el uso de carreteras era muy necesario pero las mismas resultaban ser de segundo y hasta tercer orden, para ello en el país se construyó una red de carreteras las mismas que tiene como objetivo principal el unir ciudades y pueblos específicamente alejados entre sí, para ello se debe recalcar la construcción de la Panamericana la misma que cruza de Norte a Sur sobre la cordillera de los Andes, siendo 1400 kilómetros de extensión que significa un avance para la sociedad por medio del transporte (Armas, 2012).



Figura 1.1 Medios de transporte antiguo
(Armas, 2012, pág. 28)

A principios de este siglo en la ciudad de Ibarra la necesidad de transportarse de un lugar a otro, aumentó con el crecimiento de la ciudad, ya que la misma abarcaba una extensión limitada, pero al pasar el tiempo, por ello en la antigüedad el servicio de transporte urbano más conocido, era el uso de carretas remolcadas por caballos, las mismas que adoptaron el nombre de las “Carretas del Sindicato Maraño”, pero a su vez dichas carretas fueron reemplazadas por vehículos, creándose la primera cooperativa de taxis dentro de la ciudad de Ibarra en 1962 siendo así la Cooperativa de Taxis “Pedro Moncayo” la pionera de este servicio. (Armas, 2012, pág. 28). Para que así luego se proliferaran las nuevas cooperativas de taxis dentro de la ciudad de Ibarra, cubriendo así la demanda de transporte urbano que era necesario para brindar el servicio a los habitantes de la ciudad.

Al paso del tiempo gracias a la creación de nuevas cooperativas de servicio de taxis, la demanda de servicio era satisfecha en torno a la relación ocupante, unidad de servicio, pero la población aumento el ritmo de vida moderna, es llevado de una manera distinta ya que el mismo se encuentra en la nueva era, la era de lo rápido del si ganas tiempo ganas dinero, fue entonces que así surgió una sobredemanda de usuarios hacia las unidades de servicio, lo cual abrió las puertas al servicio de taxismo informal, el mismo que estableció un equilibrio en la demanda de servicio insatisfecho, además de generar fuentes de trabajo para los habitantes de la ciudad, que su vez adquirirían un vehículo nuevo y prestaban el servicio creando así un negocio de transporte rentable.

De forma exacta se desconoce la fecha en que las unidades informales empezaron a prestar sus servicios, pero por datos obtenidos se sabe que en el año 2009 tras varias protestas y pedidos al cabildo municipal, por un permiso operacional, el sector del taxismo no convencional, logró su objetivo procediendo a la legalización de los vehículos, denominados como taxistas ejecutivos, basándose en el artículo 264, numeral 6, de la constitución de la república del Ecuador, el cual otorga entre las competencias municipales el “Planificar, regular y controlar el tránsito y el transporte público dentro de su territorio cantonal”, y el mismo cabildo municipal se vio en la obligación de legalizar dichos taxistas informales previo un estudio de movilidad. En base resuelve según la oferta y la demanda existente es ese entonces en la ciudad de Ibarra, aprobar y legalizar a 402 unidades debidamente calificadas y certificadas por el municipio para que empiecen a trabajar de manera legal dentro de la ciudad (Armas, 2012).

La calidad del servicio público de taxis de la ciudad de Ibarra, es una de las principales temáticas dentro de la crítica social entre los habitantes dentro de la ciudad, pero esta crítica se torna en base la comodidad del habitáculo, atención al cliente y aseo de la unidad de transporte. Pero la temática del consumo de combustibles o a su vez los índices de contaminación que genera dichas unidades, no son tomadas en cuenta en una cotidiana conversación.

El incremento de unidades de taxis en la ciudad de Ibarra es eminente ya que en la actualidad existen aproximadamente 1400 taxis entre taxis convencionales y taxis ejecutivos y con un índice aproximado de 200 vehículos informales que laboran de forma ilegal (Armas, 2012, pág. 135), generalizado como uso masivo, la intervención de muchas más unidades en aumento cada día, y para lo cual esto se traduce en más contaminación para nuestro planeta, y a su vez más tráfico vehicular.

En su gran mayoría los taxis utilizados para el servicio urbano son de cilindrada 1600cm³, en la ciudad de Ibarra, todavía es desconocida las capacidades que pueden brindar un auto de 1000cm³, el principal temor de los dueños de las unidades es que la potencia de un auto de esas características no cumpla con los requerimientos de prestaciones según la estructura geográfica de la ciudad y de las necesidades de los ocupantes.

1.7.1 PRODUCTIVIDAD DEL TRANSPORTE PÚBLICO

El servicio de taxis, existente en la ciudad es de forma permanente, en el cual no se estipula un horario fijo de trabajo, pero en la gran mayoría de las cooperativas, sus respectivas unidades brindan un servicio de 24 horas, de lunes a domingo desde las 06:00 hasta las 18:00 marcado como una jornada comercial de trabajo diurna, en la cual la mencionada jornada tiene un costo de \$1.25 como precio base ya que a partir de 2.5km de recorrido de la unidad, la tarifa por el servicio empieza a elevarse, hasta llegar al destino solicitado, a diferencia los días sábados, domingos y feriados, la tarifa cambia a \$1.50 como precio base ya que a partir de 2.5km de recorrido de la unidad la tarifa empieza a elevarse, además dicha tarifa se aplica por las unidades a partir de las 18:01 para el cobro de cada servicio, es decir una jornada comercial nocturna es considerada como fin de semana o feriado al momento de prestación del servicio.

Los taxis que circulan por la ciudad, presentan una gran variedad de autos, modelos y marcas, los cuales son de preferencia y elección de cada uno de los propietarios. Para lograr mantener un equilibrio de control tanto de seguridad como de revisión de funcionamiento cada uno de los taxis, estos son sometidos a una revisión anual, realizada por la Agencia Nacional de Tránsito “ANT”, o en la ciudad de Ibarra una subdelegada de la misma que se encuentra denominada como “MOVILDELNOR”, cuyas empresas se rigen un estándar de calidad en los vehículos que prestan el servicio, en los cuales van incluidos revisión de índices de desgaste de cada una de las llantas, fugas de fluidos debajo del automotor o a su vez en el tren de aterrizaje, componentes de gases de escape defectuosos, ya que pueden generar exposición directa de gases de escape hacia los ocupantes, entre otras.

1.7.2 PRESTACIONES Y EQUIPAMIENTO

Debe contar con las especificaciones y utilidad para la prestación del servicio, en el caso de los taxis ejecutivos deben ser full equipo, es por esto que en la actualidad los socios de estas compañías están cambiando sus unidades antiguas por modernas y más cómodas. El Chevrolet Aveo 1.6 Sedan Full Equipo es uno de los más adquiridos (Armas, 2012).

La fiabilidad y durabilidad de un vehículo se la comprueba cuando la construcción del mismo se conserva de manera satisfactoria, después de cierto tiempo de trabajo de la

unidad, tanto en su parte interior como en su parte exterior, de esa manera se reducen los gastos por ingresos a un taller de mantenimiento correctivo. (Armas, 2012).

1.8 COMBUSTIBLE

Los combustibles o carburantes más comunes son mezclas químicas compuestas de hidrógeno y carbono, también llamados hidrocarburos (HC). Combustible es cualquier material (ya sea sólido, líquido o gaseoso), capaz de quemarse, combinándose químicamente con el oxígeno del aire, desprendiendo luz y una rápida producción de calor (Palomares, 2007). Los productos de una combustión completa del heptano C₇H₁₆ combustible componente de la gasolina es como sigue:



Ecuación 1.1 Combustible
(Palomares, 2007)

1.8.1 COMBUSTIBLES DERIVADOS DEL PETRÓLEO

Son mezclas más o menos de hidrocarburos de diferentes características obtenidas por varios procesos de refinación y mezcla posterior de fracciones seleccionadas para lograr las características deseadas en cada caso. Además, en algunos casos se agregan aditivos para obtener o reforzar algunas características determinadas.

Los combustibles de petróleo más conocidos son: gas licuado, gasolina de motor, kerosene, gas oil (petróleo propiamente dicho), fuel oil (petróleo industrial). Los tres últimos están incluidos en la categoría de combustible Diésel (Palomares, 2007).

1.8.2 GASOLINA

Es un producto (mezcla de hidrocarburos livianos), cuyo rango de destilación oscila entre los 30° y 215° C. Debido a su alta volatilidad forma rápidamente con el aire mezclas explosivas que se queman violentamente al aplicarles un punto de ignición o una chispa eléctrica.

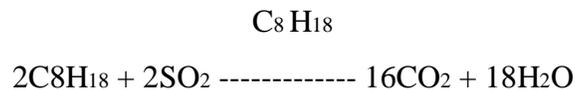
Una gasolina terminada y lista para su uso es el resultado de una selección y mezcla de diferentes fracciones obtenidas en los diversos procesos de la refinería. Para un buen funcionamiento de un motor, una gasolina debe de cumplir ciertos requerimientos y pruebas (ensayos), que se indican en las especificaciones (características), para controlar la calidad del producto.

De acuerdo Jim Palomares (2007), las características más importantes de la gasolina son:

I. Volatilidad

II. Detonación

III. Contenido de goma



Ecuación 1.2 Gasolina
(Palomares, 2007)

1.8.2.1 Clasificación de las cajas de cambio

Es la propiedad que determina la mayor o menor facilidad de la gasolina para evaporarse. En toda gasolina se debe ajustar la volatilidad dentro de los límites adecuados, porque tanto en un alta como una baja volatilidad son perjudiciales al buen funcionamiento del motor. Para conocer el índice de volatilidad es necesario realizar una prueba de laboratorio comúnmente utilizado para determinar la volatilidad de la gasolina es la curva de destilación. El ensayo consiste en someter una cantidad determinada de gasolina a un calentamiento en un aparato normalizado, se observa la temperatura en que la gasolina comienza a evaporarse, ósea, el punto inicial de ebullición. Los vapores formados van siendo refrigerados en un condensador y recogidos en un frasco graduado donde son medidas las cantidades que van siendo recuperadas a las diferentes temperaturas. Se observa las temperaturas en que se recuperan 10%, 20%, etc. (Palomares, 2007)

1.8.2.2 Detonación

Se presenta cuando la mezcla aire combustible comprimida por el émbolo se inflama debido a la chispa introducida mediante la bujía en el interior del cilindro, un frente de

llama avanza por la cámara de combustión a velocidades que oscilan entre 90 y 150 km/hr. El avance de este frente de combustión ocasiona un gran aumento en la presión del cilindro, comprimiendo fuertemente la mezcla restante más allá de su temperatura de auto ignición y causa una rápida combustión (explosión de dicha mezcla) (Palomares, 2007).

La detonación depende en parte del diseño y modo de operación del motor, como también del combustible. Por parte del motor interesan la razón de compresión, abertura del ahogador (Choke), grado de sobrecarga (consumo), avance de la chispa, temperatura del aire y del agua de refrigeración (Palomares, 2007).

1.8.2.3 Goma

Las gomas son productos de oxidación y polimerización de fracciones presentes en la gasolina como componente. Hay dos tipos: la goma presente, que es la que se determina en el momento de efectuar la prueba y la goma potencial que indica el deterioro de la gasolina a través del almacenamiento (Palomares, 2007).

1.8.3 DIÉSEL O GASÓLEO

Se suele usar la palabra diésel para hacer referencia al gasoil. Este se vincula con Rudolf Diésel, quien inventó el motor que también lleva este nombre. La asociación de palabras surge porque este motor creado por Rudolf funciona especialmente con gasoil. El diésel es un combustible no renovable que se utiliza para la generación de electricidad, transporte y calefacción. Se obtiene de la destilación del petróleo entre los 200 y 380°C. Es un líquido denso, que tiene su origen en los gasóleos, y antiguamente era considerado parte de los desperdicios de las refinerías (EducarChile, 2017).

En transporte se emplea para los motores de vehículos de grandes cargas como camiones, trenes, maquinarias industriales, embarcaciones y vehículos del sector agrícola, forestal, minero, y construcción. También se utiliza en la calefacción de residencias, edificios comerciales y calderas industriales (EducarChile, 2017).

Una de las principales ventajas de los motores que utilizan diésel, es que, comparándolos con los motores de combustión interna, son más eficientes, porque producen más trabajo mecánico por cada litro de combustible. En general, los automóviles que usan gasolina

aprovechan del 22 al 24% de la energía consumida, mientras que en los motores diésel este aprovechamiento es del 35% (EducarChile, 2017).

1.8.3.1 Propiedades del Diésel

Este compuesto blanquecino o verdoso tiene una densidad de 850 kg/m³ y presenta un poder calorífico de 8.800 kcal/kg. Es un aceite pesado y, al igual que la gasolina sin plomo, su elaboración se basa en petróleo y otros hidrocarburos. A diferencia de la gasolina, el gasoil no se mezcla con etanol, aunque sí presenta aditivos que mejoran las prestaciones y cualidades del motor. Mientras sea de más calidad, el rendimiento del motor y su potencia serán también mejores, puesto que el gasoil lubricará todos sus componentes internos (Menna, 2018).

De acuerdo a Menna (2018), podemos citar ciertas características particulares del diésel:

- Los hidrocarburos que conforman el diésel son muy poco volátiles.
- Se caracteriza por ser aceitoso, lo que permite lubricar las partes del motor.
- La fracción de gasoil cambia de un lugar a otro de acuerdo a estándares nacionales y al petróleo que se usa como materia prima.
- Hay variantes ligeras para motores de vehículos de carreta y pesados para motores navales o ferrocarriles.
- El índice que sirve para identificar o caracterizar al diésel es el número de cetanos y no el octanaje, como sucede con la gasolina. Este índice determina la facilidad de inflamación y la volatilidad del combustible.

C₁₂H₂₆ ----- DIESEL

Ecuación 1.3 Propiedades del Diésel
(Menna, 2018).

1.9 MOTOR TÉRMICO

Un motor es toda máquina conjunta, capaz de transformar cualquier tipo de energía en energía mecánica resultante. Los motores térmicos queman combustible para aprovechar la

energía liberada en forma de calor y transformarla en energía mecánica o movimiento. Cuando un motor alternativo utiliza combustible como fuente térmica, este se denomina como motor de combustión interna por sus ciclos de funcionamiento (Villalba, 2016).

1.9.1 MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

En este tipo de motor la combustión se produce dentro de una cámara interna del propio motor, donde se genera los gases que producen la expansión que causa el trabajo. Por ejemplo: El motor de un automóvil, donde la cámara interna es cada cilindro y el fluido, en lugar de ser vapor de agua, es una mezcla de aire con combustible, el cual se quema dentro de cada cámara. Existen distintos tipos de máquinas de combustión interna que se diferencia en el combustible utilizado, en las condiciones de combustión y en el número de carreras que efectúan el pistón en un ciclo completo; por otra parte, el movimiento producido puede ser alternativo (motores de explosión y combustión) o rotativo (turbinas de explosión y de combustión) (Villalba, 2016).

1.9.2 MOTOR DE ENCENDIDO PROVOCADO (MEP) DE 4 TIEMPOS OTTO

Este motor sigue el ciclo usado por primera vez por Nilolaus Otto en 1877 (ciclo de Otto). El ciclo en cuestión consta de cuatro etapas o tiempos, dos adiabáticos y dos isocoros: Como ciclo es cerrado, es decir que se parte de una condición inicial de presión, temperatura y volumen del gas y se regresa al punto de partida en las mismas condiciones y como motor, absorbe un calor Q_1 y cede un calor Q_2 al exterior. La diferencia entre energía consumida y cedida se transforma en trabajo. En los motores de encendido provocado se inicia la combustión al saltar una chispa, generada por un sistema de encendido, justo en el momento en el que las condiciones de la mezcla aire/gasolina son críticas, por presión y por temperatura (Escudero, 2011).

1.9.2.1 Primer tiempo admisión

En esta etapa, baja el pistón desde el PMS hasta el PMI arrastrado por la inercia del cigüeñal, mientras se mantiene abierta la válvula de admisión por la que entra, por

aspiración, la mezcla del combustible (gasolina) y aire en el cilindro. La válvula de escape permanece cerrada.

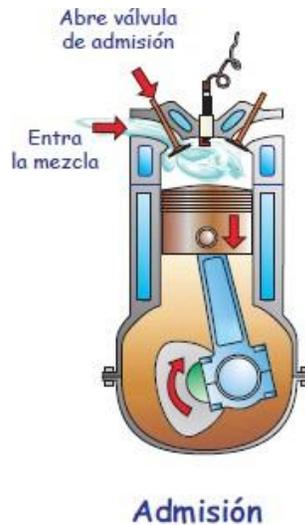


Figura 1.2. Primer tiempo admisión
(Gonzáles, 2015)

En la figura 1.2 se muestra como el gas sufre una expansión isobárica (a presión constante, la atmosférica, P_{amb}) y a la temperatura del exterior (temperatura ambiente). Al final de la etapa, se cierra la válvula de admisión. Esta etapa finaliza cuando el pistón alcanza el PMI. En esta etapa el cigüeñal ha girado media vuelta (Gonzáles, 2015)

1.9.2.2 Segundo tiempo compresión – adiabática sin intercambio de calor

En esta etapa, sube el pistón mientras se mantienen cerradas las dos válvulas. Por consecuencia, la mezcla de aire y combustible se comprime de forma adiabática, así posteriormente elevándose la temperatura de la mezcla. El gas resultante producto de la mezcla, sufre una compresión adiabática que eleva la presión de la mezcla. Esta compresión conlleva trabajo negativo. Este tiempo es muy crítico ya que cuenta con muy poco tiempo disponible para que se realice su fase y de este depende el rendimiento y potencia correcta del motor de combustión por encendido provocado.

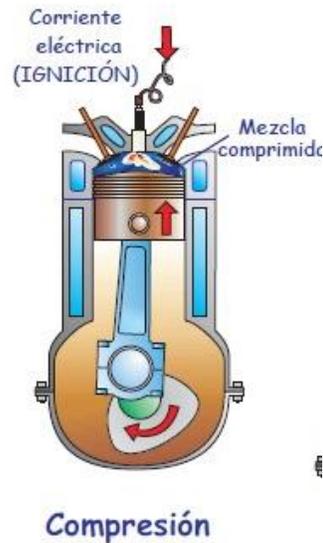


Figura 1.3. Segundo tiempo compresión
(González, 2015)

En la figura 1.3 se muestra un esquema del trabajo realizado en el tiempo de compresión, el cual es de vital importancia dentro del funcionamiento correcto del motor, ya que de forma conjunta debe estar totalmente sellado sin fugas hacia el exterior. Esta etapa finaliza cuando el pistón alcanza el PMS (González, 2015).

1.9.2.3 Tercer tiempo explosión expansión.

Al alcanzar la mezcla la máxima compresión (en el PMS), el sistema de encendido entra en funcionamiento y mediante una bujía térmica y un sistema sincronizado realiza un salto chispa en la bujía y esta la descarga sobre el electrodo dentro del cilindro, y por lo tanto, se produce la explosión de la mezcla del combustible y el aire, así de forma consiguiente lanzando de forma brusca el pistón hacia abajo. En este tiempo, ambas válvulas permanecen cerradas. Este tiempo, como se observa en el diagrama consta de dos etapas: la isocora (2-3) en la que ocurre la explosión, que implica un incremento brusco de presión y un fuerte consumo de calor a volumen constante, un incremento tan rápido que no hay apenas variación de volumen, aunque sí de temperatura a que la misma aumenta de forma radical ya que una explosión controlada en volumen pero no en temperatura.



Figura 1.4. Tercer tiempo explosión expansión (González, 2015).

En la figura 1.4 se define lo siguiente la etapa (3-4) es la expansión adiabática (no se intercambia calor) en la que se efectúa trabajo positivo y tanto la presión como la temperatura descienden. Esta etapa es la única que realmente genera trabajo. Esta etapa finaliza cuando el pistón alcanza el PMI, que es cuando se abre la válvula de escape (González, 2015).

1.9.2.4 Cuarto Tiempo Escape

Al principio de esta etapa mediante el sistema de distribución y propulsores hidráulicos se abre la válvula de escape. Los gases de la combustión escapan al exterior mediante la tobera de la válvula antes mencionada, por lo que la presión y la temperatura bajan bruscamente a volumen constante (etapa 4-1, isocora). El calor se libera en esta etapa, la temperatura bajará hasta la del exterior. Al igual que la presión, que alcanzará la atmosférica. Inmediatamente después comienza a subir el pistón a presión constante (la atmosférica), es decir, la etapa (1-0) es una compresión isobárica. Este tiempo finaliza cuando el pistón alcanza el PMS y llegado al él, se cierra la válvula de escape y se abre la válvula de admisión. El ciclo vuelve a empezar nuevamente para así generar cada una de las revoluciones requeridas para el funcionamiento del motor.

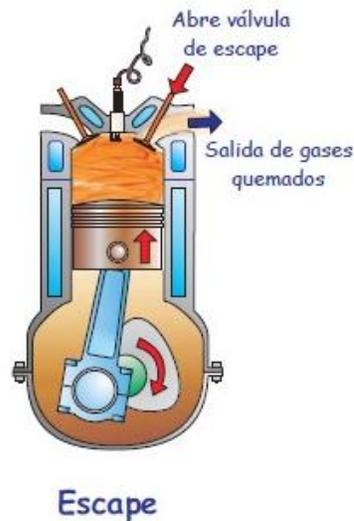


Figura 1.5. Cuarto Tiempo Escape
(González, 2015).

En la figura 1.5 se puede apreciar que cada una de las fases registradas dentro del ciclo de funcionamiento del motor de combustión interna, se cumple en cada acción de ascenso y descenso del conjunto biela-pistón, denominado carrera de desplazamiento. Cada carrera completa corresponde a media vuelta del cigüeñal. Por lo tanto, para realizar el ciclo completo se requieren dos revoluciones completas en el motor de cuatro tiempos, esto comprende un ciclo de funcionamiento completo. (González, 2015).

1.9.2.5 Motor de Encendido por Compresión M.E.C. de cuatro tiempos Diésel

Durante la admisión en motores de encendido por compresión solo se admite aire puro. Unos grados antes del PMS se inyectan el combustible a través de un sistema de inyección de alta presión. La primera parte del combustible inyectado en un ambiente de alta presión y temperatura este se auto inflama, que hacen que el combustible que se sigue inyectando se combustione de forma ordenada y progresiva al entrar en la cámara. Esta combustión es más lenta y, teóricamente, aunque debería subir la presión por la combustión al estar bajando el pistón, dicha combustión se realiza teóricamente a presión constante. Los motores diésel solamente comprimen aire, por lo que la relación de compresión puede ser mayor, prácticamente el doble de un motor de combustión M.E.P. convencional, así para posteriormente ser introducido el combustible a una presión muy elevada en el tiempo de trabajo (González, 2015).

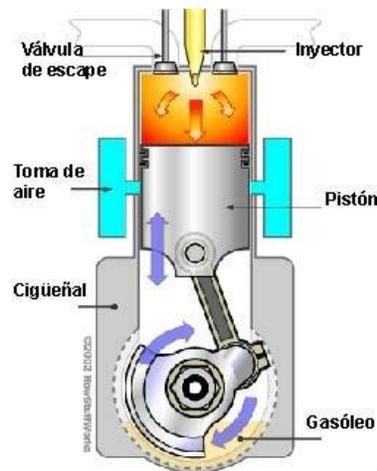


Figura 1.6. Motor de Encendido por Compresión M.E.C. de cuatro tiempos Diésel (González, 2015).

En la figura 1.6 se muestra el diagrama de funcionamiento del motor diésel el mismo que es muy similar al motor de gasolina, pero en diferencias los dos poseen un distinto ciclo de funcionamiento, ya que en el motor diésel se produce una auto-ignición del combustible, debido a una alta relación de compresión. (González, 2015).

1.9.2.6 Tiempo de Admisión

En esta fase de funcionamiento del motor, este ingresa solo aire filtrado hacia el interior del cilindro, este motor no tiene la particularidad de mezclar el aire con el combustible.

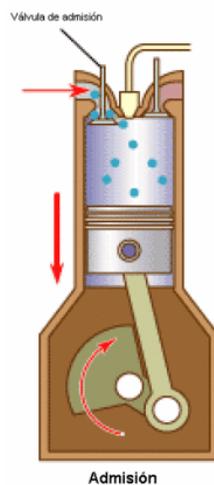


Figura 1.7. Tiempo de Admisión (Secundino, 2012)

En la figura 1.7 se produce la acción de que el pistón se desplaza desde el punto muerto superior (PMS) al punto muerto inferior (PMI), se abre la válvula de admisión y entra en el cilindro el aire perfectamente filtrado. Al final del tiempo, el cigüeñal ha girado 180°. (Secundino, 2012)

1.9.2.7 Tiempo de Compresión

Este tiempo se diferencia del motor a gasolina ya que este mezcla aire con combustible, en cambio el motor a diésel comprime solo aire puro muy bien filtrado con capacidades muy altas de compresión que van desde 16 : 1 hasta 24 : 1 partes de aire contra combustible.

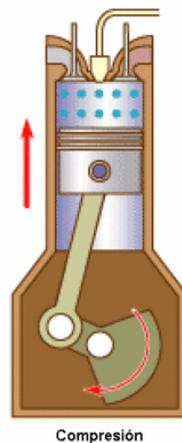


Figura 1.8. Tiempo de Compresión
(Secundino, 2012)

Se cierra la válvula de admisión y el pistón se desplaza desde el PMI al PMS. El aire introducido durante la admisión se comprime en la cámara de combustión. Durante esta fase aumenta notablemente la temperatura del aire hasta alcanzar aproximadamente de 700 a 800 °C. Este aumento de temperatura se produce principalmente por la elevada presión a la que está sometido el aire. (Secundino, 2012)

1.9.2.8 Tiempo de Combustión o Expansión

Las válvulas, permanecen cerradas durante toda la fase de trabajo. Esta es la carrera activa del ciclo; en la cual la presión de los gases quemados, en expansión, provoca la carrera del

pistón y aporta la correspondiente energía para que pueda girar el cigüeñal. Cuando el pistón llega al PMS, se abre dentro del inyector el conducto correspondiente y entra el combustible perfectamente pulverizado a una presión elevada (Secundino, 2012).

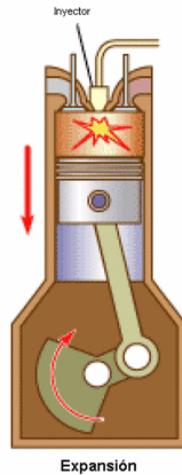


Figura 1.9. Tiempo de Combustión o Expansión
(Secundino, 2012)

En la figura 1.9 se puede observar que el encendido se produce espontáneamente, al entrar en contacto el combustible con el aire comprimido que tiene una temperatura superior a la del encendido del combustible. Finalmente, los gases a presión generados por la combustión se expanden y empujan al pistón, desplazándolo desde el PMS al PMI y generando el correspondiente trabajo (Secundino, 2012).

1.9.2.9 Tiempo de Escape

En esta fase de funcionamiento se puede apreciar que su procedimiento es muy parecido, al del motor a gasolina en teoría. Resultando que, cuando el pistón llega al PMI, se abre la válvula de escape, y los gases quemados, con una presión mayor que la exterior, salen rápidamente del cilindro. El pistón sigue su desplazamiento expulsando el resto de gases quemados del cilindro, a través de la válvula de escape. Al finalizar esta carrera, cuando el pistón alcanza el punto muerto superior, se abre de nuevo la válvula de admisión, se cierra la de escape y vuelve a comenzar el ciclo de funcionamiento.

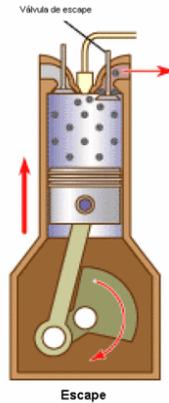


Figura 1.10. Tiempo de Escape
(Secundino, 2012)

En la figura número 1.10 se explica que cada por cada dos vueltas del cigüeñal se produce un ciclo completo. El trabajo útil se genera durante una de las cuatro carreras del ciclo, precisamente durante la carrera que corresponde al tiempo de trabajo (Secundino, 2012).

1.10 CONSUMO DE COMBUSTIBLE

El consumo de combustible de un automóvil depende de múltiples factores, tales como el tamaño del motor, el de la carrocería, la manera de conducir y las condiciones ambientales; se expresa generalmente en litros por cada 100 km, pero en ocasiones y cada vez con más frecuencia, se expresa en km/l. Los fabricantes indican un consumo normalizado (Motorguía, 2018)(Motorguía, 2018).

En todos los motores, el combustible gastado se transforma sólo parcialmente (aproximadamente un tercio) en energía mecánica, mediante un rendimiento que depende de la relación de compresión, el sistema de inyección, de la forma de la cámara de explosión y del diagrama de la distribución. El resto de la energía térmica desarrollada en la combustión se expulsa en forma de calor por el motor, por el radiador y los gases de escape. En promedio, la potencia consumida en arrancar representa aproximadamente un tercio de la energía disponible y depende, sobre todo, del peso del coche y de la carga que transporta (Motorguía, 2018)(Motorguía, 2018).

El automovilista puede evaluar el consumo medio de su coche, dividiendo los kilómetros recorridos desde la última vez que llenó el depósito por los litros de combustible introducidos en el llenado sucesivo (MOTORGUÍA, 2018).

1.10.1 TECNOLOGÍAS DE EFICIENCIA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Prácticamente la reducción de cilindrada en vehículos, ya es un hecho en nuestro país, Ford es uno de los pioneros que ingreso a la industria bajos de cilindrada de 5.9cc a 4.6cc y de 4.6cc a 3.7 cc en la versión sencilla (Armijos, 2013), además de nuevas tecnologías como la EcoBoost, la cual nos trae ya la inyección directa, admisión (Secundino, 2012) variable, y un turbocompresor, los cuales compensan el bajón de cilindrada que significa menos consumo y a su vez resulta igual o mayor desempeño de potencia. (Campos, 2012).

La nueva era del cuidado del medio ambiente, es una situación que se encuentra presente en nuestro planeta desde ya hace muchos años atrás, la misma que busca evitar la propagación de gases de escape contaminantes hacia el medio ambiente, por parte del humo proveniente de los vehículos.

Con el paso de los años el avance de la tecnología se ha ido incrementando notablemente ya que todas las marcas fabricantes, desempeñan un papel importante en la creación de nuevas tecnologías que tienen como único fin, mejorar la eficiencia de sus vehículos, tratando de aumentar los kilómetros de recorrido y disminuir las tasas de contaminación.

Otra preocupación que inquieta a los fabricantes es el precio del combustible, es decir los costos de creación del combustible va en aumento y además no se descarta la breve posibilidad que el petróleo, principal componente de los combustibles sea agotado en su totalidad. Muchas marcas han optado por tratar de utilizar nuevas tendencias de combustibles, pero que estos no provengas de materia prima fósil, para ello se han planteado muchas teorías de combustibles ecológicos, creados a base de plantas, granos, hojas u otra diversidad de componente orgánicos, los mismos que han desarrollado un papel importante en el funcionamiento de motores con combustible orgánico, pero la obtención de dicho combustible orgánico se torna un tanto difícil ya que no se cuenta todavía con la tecnología necesaria para proveer una cantidad suficiente como para satisfacer la demanda que requiere el parque automotor en nuestro planeta, además no representar una clara perspectiva de un futuro económico prospero para las empresas productoras de

combustible, como las grandes empresas y en algunos de los caso países petroleros, incluyendo el nuestro.

De manera competitiva las diferentes marcas constructoras de autos, han desarrollado diversas tecnologías las cuales conllevan al mismo fin, la eficiencia de combustible, las cuales las presentaremos de la siguiente manera.

1.10.1.1 Desactivación de cilindros

Creada con el fin de desactivar algunos de los cilindros del motor, cuando este no requiere el total de su potencia. Esta novedosa innovación data en los motores de construcción en "v", los mismos que dicha desactivación no se les muestra ninguna afectación, ya que los mismos comparten una misma bancada y dicho esto, el cilindro compartido sigue trabajando mientras que su compañero de bancada es desactivado reduciendo así el consumo de combustible en 50% dependiendo del tipo de conducción que tenga el automotor, este tipo de tecnología nos ayuda en una eficiencia del 2% al 8%. (Departamento de Energía de los Estados Unidos, 2011)

1.10.1.2 Turbo cargadores y super cargadores

Con esta tecnología básicamente se incrementa la potencia neta del motor, de manera que las casa fabricantes disminuya el tamaño del motor, sin sacrificar el desempeño, del mismo este recurso es más utilizado para casas comerciales de renombre oficial, tales como Ferrari, BMW, Volvo, Mercedes Benz, etc., utilizados para la fabricación de vehículos de competencia o deportivos, este tipo de tecnología nos ayuda en una eficiencia del 2% al 6%.

1.10.1.3 Sistema de encendido y sistema de apagado

Este avance tecnológico es un tanto reciente y se lo implemento a los vehículos híbridos, el cual la principal atracción de este es que apaga el motor, cuando el vehículo no requiera mayores esfuerzos, y a su vez enciende el motor cuando el automóvil requiera la potencia de un motor, es posible encontrar una conjugación de motor eléctrico y motor térmico en

este tipo de ahorro de combustible, con esta tecnología se puede obtener una eficiencia del 2% al 4%. (Departamento de Energía de los Estados Unidos, 2011)

1.10.1.4 Inyección directa de combustible

Estos son implementados conjuntamente con los sistemas de supercargadores y turbo cargadores, mejorando el desempeño del motor evitando así que se eleve el consumo de combustible, ya que esta tecnología también provee, una relación de compresión más alta, siendo así la cantidad más mínima de combustible inyectada, para que se produzca el trabajo dentro del cilindro del motor, y así con este tipo de tecnología se ahorra del 2% al 3%. (Departamento de Energía de los Estados Unidos, 2011)

1.10.1.5 Válvula de tiempo adelanto o retraso de las válvulas

Mejora la entrada y salida de aire dentro del motor, y a su vez se genera una mejor cantidad de combustible utilizado para realizar la mezcla aire – gasolina tan necesaria para la creación del trabajo, diversos componentes componen este sistema el mismo que está siendo utilizado ya de forma muy general por todas las fabricas constructoras en los últimos cinco años. Este tipo de tecnología se cree que es el más eficiente ya que tiene una eficiencia del 1% al 11%.

Otra forma de eficiencia de combustible es la reducción de peso en la creación de los vehículos, esto se traduce que el vehículo necesita menos energía, para mover el vehículo y esto representa menor consumo de combustible. Además, se han conseguido grandes resultados con reducciones de peso y eliminación de elementos que no son de vital importancia en el tren motriz del vehículo, gracias a la reducción de pesos se puede tener una eficiencia de combustible del 3% al 5%.

Otro de los estudios enfocados en la eficiencia de combustible es en los neumáticos ya que los mismos ofrecen un coeficiente de rozamiento muy alto y el rozamiento es el principal factor de incrementar el consumo de combustible. Para ello se crearon los neumáticos de baja resistencia de rodaje el cual reduce la energía que se genera cuando un automóvil se encuentra con carga, dicha tecnología ayuda a que el vehículo tenga una eficiencia de combustible del 1% al 3% (Departamento de Energía de los Estados Unidos, 2011).

1.10.2 EL DOWNSIZING DE LOS MOTORES

El downsizing consiste en la reducción del tamaño y la cilindrada de los motores para reducir el consumo y las emisiones manteniendo o aumentando la potencia.

Este movimiento se ha dado por la industria del automóvil debido a las restricciones como el Euro 6 o la búsqueda del consumidor de un consumo más bajo. Como hemos comentado, gracias al downsizing los coches pesan menos y además consumen menos debido a la tecnología que usan. El compromiso de los constructores europeos con la reducción de las emisiones de CO₂ y del resto de componentes contaminantes de los gases de escape, tiene como consecuencia directa un cambio tecnológico importante en los motores de gasolina. La reducción de la cilindrada a iso-potencia es una de las vías que está siendo estudiada actualmente. La base de la mejora en consumo es el desplazamiento de los puntos de funcionamiento más frecuentes hacia la zona de mejor rendimiento. Para conseguir tal potencia con seguridad proveniente de un motor tan pequeño, los diseñadores han recurrido a un turbo, además de inyección directa, distribución variable, refrigeración en el escape, lubricación dosificada y por ultimo una reducción de cilindros, ahora siendo solo tres.

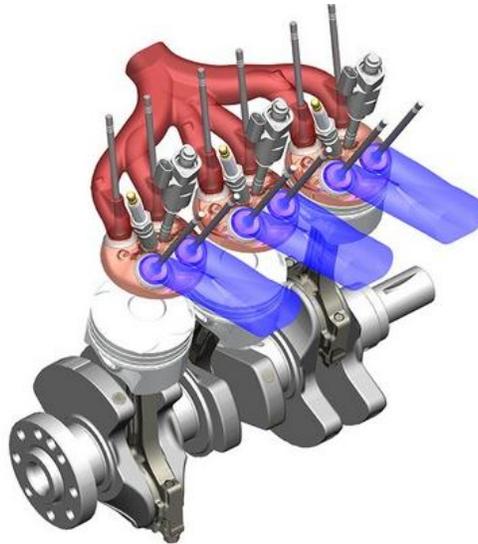


Figura 11. El downsizing de los motores
(Taller virtual, 2013).

En la figura 1.11 se puede observar la introducción del sistema de sobrealimentación no es la realización de un motor para vehículos deportivos, se trata de permitir a un motor de cilindrada reducida de alcanzar un nivel de prestaciones aceptables (Taller virtual, 2013).

1.11 NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

Normas Técnicas Ecuatoriana INEN 960, menciona lo siguiente, con respecto a “Determinación de la potencia neta del motor” La norma tiene como objeto establecer el método general de ensayo para motores de vehículos automotores, para evaluación de su rendimiento, con el propósito de la elaboración posterior de curvas de potencia y consumo específico de combustible a carga completa, como funciones de la velocidad de la máquina (Cevallos, 2014)

1.11.1 RESOLUCIONES DE LA COMISIÓN NACIONAL DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL CNTTSV.

La Ley de Transporte Terrestre Transito y Seguridad Vial, 2012, menciona lo siguiente:

Capítulo I: De la Agencia Nacional de Transito

En el Art. 5.- se menciona que se someten a la revisión técnica, deben cumplir con los siguientes requisitos; de conformidad con el reglamento de transporte comercial de pasajero en taxi con servicio convencional y servicio ejecutivo, resoluciones números: 172 – DIR-2010-CNTTSV y 072 – DIR-2010-CNTTTSV del 21 de abril del 2010:

Automóviles sedan o station wagon desde 1300 cc. Con capacidad de 5 personas, incluido el conductor. El espacio de carga debe tener una capacidad mínima de 0.4 metros cúbicos

Sistema de escape.- debe respetarse el diseño original del fabricante, su diseño debe ser de una sola salida sin la apertura de orificios u otros ramales de la tubería de escape, no debe disponer de cambios de dirección bruscos, invitando de esta manera a incrementar la contrapresión en el escape del motor.

Neumáticos, debe cumplir con lo establecido en el reglamento técnico Ecuatoriano RTE INEN 011. (Revisión visual)

Frenos los taxis deben disponer al menos de dos sistemas de frenos de acción independiente uno del otro (servicio y estacionamiento) y por los menos uno de

estos debe accionar sobre todas las ruedas del vehículo y debe cumplir con los requisitos establecidos en las normas técnicas ecuatorianas NTE INEN vigentes. (Revisión visual)

Suspensión. Los vehículos automotores deben disponer de un sistema de suspensión en todos sus ejes o ruedas, respetando los diseños originales del fabricante. (Revisión visual)

En el Artículo 10, se menciona sobre las características técnicas, operacionales y de seguridad, tanto en vehículos como los de servicio de transporte terrestre, en cada uno de ellos deberán cumplir con las normas INEN y los Reglamentos que expida la Agencia Nacional de Tránsito, los mismos que serán dables en territorio nacional.

1.11.2 CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Capítulo primero: Sección duodécima, Transporte

En el Artículo 394 El Estado garantizará la libertad de transporte terrestre, aéreo, marítimo y fluvial dentro del territorio nacional, sin privilegios de ninguna naturaleza. La promoción del transporte público masivo y la adopción de una política de tarifas diferenciadas de transporte serán prioritarias. El Estado regulará el transporte terrestre, aéreo y acuático y las actividades aeroportuarias y portuarias (Cevallos, 2014).

1.11.3 LEY ORGÁNICA DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL

La Ley Orgánica de Tránsito y Transporte Terrestre, menciona que:

Título II De los servicios de transporte

En el Artículo 57.- Se denomina servicio de transporte comercial el que se presta a terceras personas a cambio de una contraprestación económica, siempre que no sea servicio de transporte colectivo o masivo. Para operar un servicio comercial de transporte se requerirá

de un permiso de operación, en los términos establecidos en la presente Ley y su Reglamento (Cevallos, 2014).

Dentro de esta clasificación, entre otros, se encuentran el servicio de transporte escolar e institucional, taxis, carga liviana, mixto, turístico y los demás que se prevean en el Reglamento, los cuales serán prestados únicamente por compañías y cooperativas autorizadas para tal objeto y que cumplan con los requisitos y las características especiales de seguridad establecidas por la Comisión Nacional (Cevallos, 2014).

Título IV: De los Tipos de Transporte Terrestre

En el Artículo 71, se menciona las especificaciones técnicas y operacionales de cada uno de los tipos de transporte terrestre, las cuales serán aprobadas por la Comisión Nacional del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial y constarán en los reglamentos correspondientes (Cevallos, 2014).

Título VI: De la Homologación de los Medios de Transporte

En el Artículo 86, se menciona que los medios de transporte empleados en cualquier tipo de servicio, deberán contar con el certificado de homologación otorgado por la Comisión Nacional del Transporte y Tránsito Terrestre en coordinación con el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN y de acuerdo con el Reglamento correspondiente (Cevallos, 2014).

Sección 1 revisión técnica vehicular y homologaciones

En el Art. 205, se menciona que los importadores de vehículos, de repuestos, equipos, partes y piezas; carroceros y ensambladores, podrán comercializarlos si cumplen con todas las disposiciones de seguridad automotriz expedidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización-INEN, la Comisión Nacional y otras autoridades nacionales en materia de transporte terrestre; para ello el Director Ejecutivo de la Comisión Nacional estará en capacidad de supervisar, fiscalizar y sancionar el incumplimiento de esta disposición (Cevallos, 2014)

CAPÍTULO II

2 METODOLOGÍA

2.1 TASA DE OCUPACIÓN

Este estudio permite cuantificar el parque automotor de taxis de la ciudad de Ibarra. Con este universo, se pudo realizar un estudio estadístico del cual se obtuvo como resultado, las unidades más frecuentemente utilizadas todo esto gracias a la información de la Empresa Pública de Movilidad del Norte en trabajo conjunto con el gremio de taxistas de la ciudad de Ibarra. En donde el parque automotor de Taxis de la ciudad de Ibarra actualmente consta de 46 cooperativas de taxis convencionales y 14 cooperativas de taxis ejecutivos, con un número total de 1245 unidades (Cevallos, 2014).

Tabla 2.1 Tasa de ocupación

Servicio	Numero de Cooperativas	Total de Taxis
Convencionales	46	863
Ejecutivos	13	382
TOTAL	59	1245

Fuente:(Elaborado por el Autor)

En la Tabla 2.1 se observa que la ciudad de Ibarra cuenta con un total 59 cooperativas distribuidas en dos tipos de servicio de taxis: taxis convencionales y taxis ejecutivos, con un total de 1245 automóviles que brindan el servicio activo a la sociedad como taxis de servicio público. De acuerdo con la (Comisión Nacional de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, 2010), cada taxi convencional tiene una vida útil de 15 años y cada taxi ejecutivo tiene una vida útil de 10 años, a partir del año de fabricación del vehículo (Salazar & Ochoa, 2018,).

2.1.1 CALCULO DE LA MUESTRA

Para poder develar el dato de cálculo de la muestra se debe tomar a consideración el número de población (N) el total de taxis ejecutivos y convencionales se inicia con un total de 779 unidades entre los cinco modelos más utilizados para este servicio, de las cuales se toma un índice de error del 0.05%, un nivel de confianza de 1.96 el cual es el 95% y la probabilidad de que suceda o no es del 0.5, tal como se detalla en la Tabla 2.2 (Salazar & Ochoa, 2018, p.42).

Tabla 2.2 Datos del cálculo de la Muestra

Datos	Valor
E= Error	0,05
Z= Nivel de confianza	1,96
N= Población	779
σ^2 =Probabilidad de que suceda el evento	0,5
n= Muestra	Tamaño de la muestra

Fuente: (Salazar & Ochoa, 2018).

$$n = \frac{N \times \sigma^2 Z^2}{(N - 1) \times E^2 + \sigma^2 \times Z^2}$$

$$n = n$$

Ecuación 2.4. Cálculo de la muestra

(Salazar & Ochoa, 2018, p.42)

Al obtener el resultado final del cálculo del tamaño de la muestra, se tiene la conclusión de que se es necesario realizar a un total de 257 taxis, un seguimiento por taxi, mismos que están distribuidos entre los cinco modelos seleccionados de una población de 779 taxis. Las consideraciones que se debe tomar para realizar los seguimientos son: la experiencia del señor chofer ya que no todos han trabajado de taxistas durante el mismo período de sus vidas; edad del conductor, con lo que se tiene las variaciones de estados de conducción por edades, estas se encuentran agrupadas de 20 a 30 años, de 31 a 40 años, de 41 a 50 años, de 51 a 60 años y de 60 en adelante; tipo de servicio del taxi, el cual verifica quién de las dos

entidades presta más servicio a la comunidad; modelo del vehículo, para tomar en cuenta el más utilizado como taxi; densidad del combustible (d), permite realizar los cálculos de consumo; volumen del combustible consumido (ml), brinda el valor de las pruebas piloto con los cuales se puede llegar a conocer más valores como la masa del combustible (m_c), caudal de combustible (Q) y sus respectivos estados de conducción (%). (Salazar & Ochoa, 2018, p.42).

2.1.2 OBTENCIÓN DE DATOS TÉCNICOS DE LOS MODELOS SELECCIONADOS

Para el desarrollo del presente estudio, es necesario seguir un proceso investigativo del cual se obtiene las especificaciones técnicas de cada uno de los fabricantes, ya que los mismos lanzan cada modelo nuevo hacia el mercado nacional y para el estudio es necesario conocer las características tanto físicas como sus capacidades además de sus alcances, cada modelo conlleva en su ficha técnica, medidas, pesos, tipo de motor, cilindrada, torque y potencia, tecnología con la que viene equipado, capacidades, colores de carrocería, consumo etc.

Cada uno de los modelos de unidades de taxis son preseleccionados para el estudio bajo similares parámetros de acuerdo con las características son elegidos por: cada uno de los modelos tienen un sistema evacuación de gases de escape interconectadas a un catalizador mediante una tubería que conlleva a la parte trasera del vehículo para la expulsión de dichos gases, además de que cada modelo seleccionado conlleva un silenciador de tres cámaras, el cual ayuda a disminuir la contaminación acústica además de la contaminación ambiental, por otra parte también se toma en cuenta el sistema de frenos de cada modelo que presenta un sistema de disco ventilados en la parte delantera y frenos de tambor en la parte posterior, cada uno de los vehículos cuenta con tracción delantera, las unidades están equipadas con una cilindrada mínima de 1 400 cm³, media de 1 600 cm³ y una máxima de 1 800 cm³, todas las unidades cuenta con una capacidad mínima de cinco pasajeros incluido el conductor.

2.1.3 OBTENCIÓN DE CURVAS DE TORQUE Y POTENCIA

El fabricante obtiene datos específicos acerca del motor a partir de pruebas de las cuales se obtiene una resultante de tres curvas características, dichas pruebas se las realiza a todos los vehículos antes de su comercialización, los datos resultantes obtenidos son: par, potencia y consumo específico, todas en función del régimen de giro del motor. Según la aplicación y el tipo de conducción, las curvas características, definen el comportamiento del vehículo representados en diferentes escenarios, un factor muy importante es la cantidad de metros sobre el nivel del mar, a los que se realiza cada una de las pruebas.

Para ello las curvas de torque y potencia son obtenidas a través de un instrumento para medir fuerzas denominado “dinamómetro”, para lo cual se tuvo que realizar las pruebas en la ciudad de Quito, a una altura de 2 850 m.s.n.m. en la Escuela Politécnica Nacional en un área anexa denominada “CCICEV” Centro de Capacitación e Investigación para las Emisiones Vehiculares. La cual presenta una medición de potencia dinámica continua y estática discreta, simula carga con revoluciones, fuerza de tracción y velocidad constante, simula pruebas con visualización de tacómetro, simula marchas, evaluación de diagramas de potencia a través de función de cursor, cronómetro para medir aceleraciones entre marcas de velocidad, carga y guarda diagramas de potencia, importa y exporta datos, perfiles de simulación e incorpora impresión A4 en diagrama y tabla (Haldenwang, 2015).

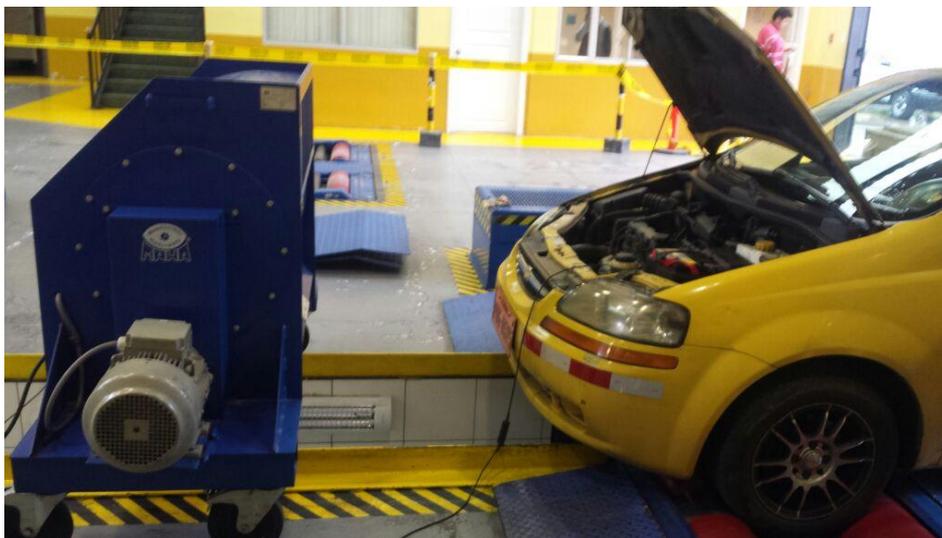


Figura 2.12 Pruebas en dinamómetro Aveo Family
Fuente: (Cevallos, 2017, p.54)

En la Figura 2.12 se observa que para realizar estas pruebas es necesario que el automotor tenga una temperatura de funcionamiento normal, sus ruedas deben estar ubicadas en los rodillos, debe estar fijado de modo que esté inmóvil cada vez que se realice la práctica; seguido se enciende el vehículo, la cual inicia la prueba, esta debe estar en una marcha fija, esta puede ser cuarta o tercera. Se inicia con bajas rpm y luego se acelera gradualmente para conseguir elevadas rpm, seguido se deja de acelerar hasta que el motor regrese a su estado inicial de ralentí. Con el resultado obtenido a partir de las pruebas se establece una curva de potencia y torque para cada vehículo estudiado. Las curvas están dentro de un rango de 1 000 a 5 000 revoluciones por minuto.

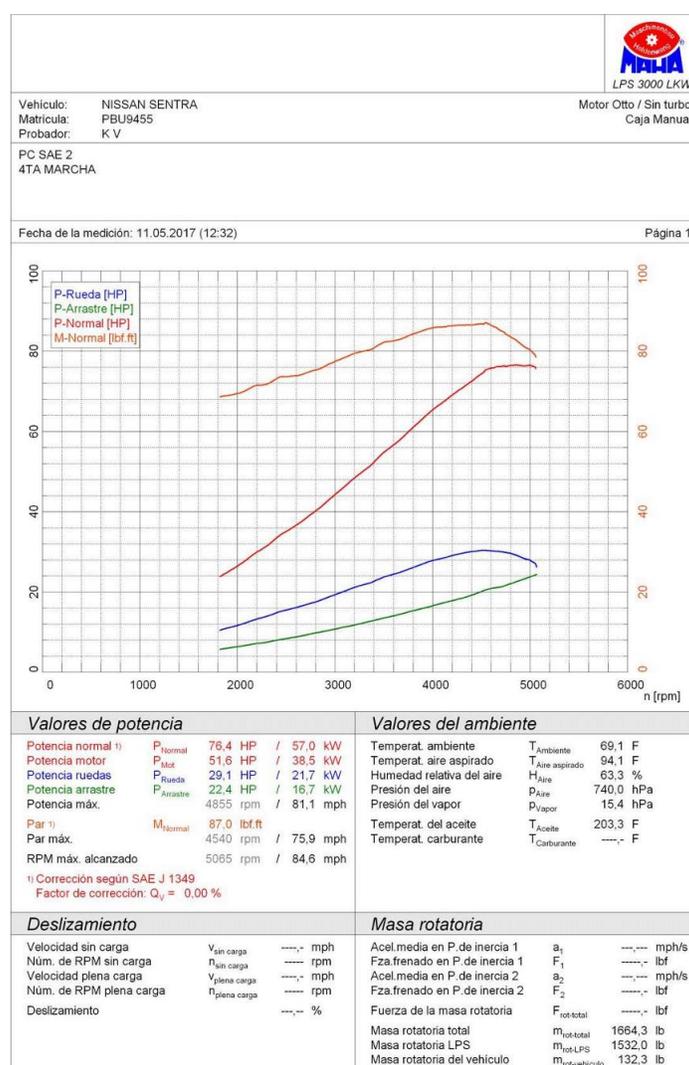


Figura 2.13 Resultados de prueba en dinamómetro Aveo Family
Fuente: (Cevallos, 2017, pag. 55)

Tal y como se observa en la Figura 3.3, la cual indica en la gráfica cuatro diferentes líneas o trazados en base a la potencia y torque que genera el motor, para ello la línea de color azul es la potencia que genera el motor hacia las ruedas expresado en HP, la línea de color verde es la potencia de arrastre expresado en HP, la potencia normal en HP denotado por la línea roja y el par normal del motor expresado en lb.f por la línea de color naranja (Cevallos, 2017, pág. 54).

2.1.4 LEVANTAMIENTO DE RECORRIDO

Se procede a la toma de muestras en taxis en su labor de cinco horas, tal como lo muestra la figura 2.14 para ello se usa el dispositivo GSP Recorder GL-770 y la colaboración de los conductores de los taxis que cumplan con las características de los modelos seleccionados para este estudio.



Figura 2.14 Toma de muestras taxis
(Salazar & Ochoa, 2018).

Los GPS son entregados a nueve conductores de taxis individualmente, según las condiciones deseadas en la parada de cada cooperativa, tal y como se puede observar en la Figura 2.15, los cuales no tienen conexión alguna con el vehículo, se informa a los conductores que los GPS sean ubicados en la mitad de su vehículo para evitar pérdida de conexión con el satélite, los conductores colaboran con el almacenamiento de su recorrido por cinco horas a ritmo normal de trabajo, en los cuales contienen horas pico y punta, se toma en consideración que los horarios de congestión vehicular u hora pico es de: 06:30 a 07:30, de 12:30 a 13:30 y de 17:30 a 18:30; una vez culminado el tiempo de seguimiento requerido se procede a retirar los GPS para luego guardar la información en un ordenador. También se puede observar en la Figura 2.15 la ruta que han tenido según su labor diario.

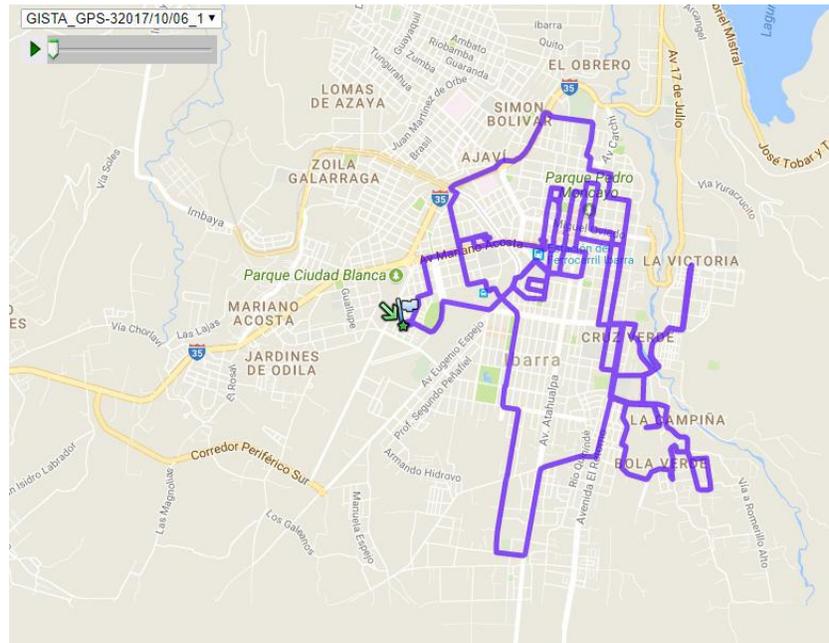


Figura 2.15 Recorrido de un taxi en cinco horas mostrado desde Google Earth

Cada uno de los recorridos son previamente estudiados y analizados para de forma posterior realizar un porcentaje intermedio como valor de estudio (Salazar & Ochoa, 2018, p.46).

2.1.5 CONSIDERACIÓN DE VARIABLES, PARÁMETROS Y CONSIDERACIONES PARA EL ESTUDIO DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Para establecer las variables y los parámetros en este estudio se toma en consideración tres campos importantes: la cinemática del vehículo, los consumos instantáneos y los consumos promedios de combustible, tomados como una prueba diferente cada uno de los procesos anteriormente mencionados, para así globalizar la información y luego unir la misma con el afán de procesar cada uno de los datos recopilados en cada una de las pruebas.

2.1.5.1 Variables y Parámetros de la Cinemática del Vehículo

Para conocer la cinemática que el vehículo tiene en su labor diario se debe tener en claro que datos son primordiales, los cuales se detallan a continuación y el para qué son necesarios cada uno de ellos para realizar el estudio.

Los valores cinemáticos necesarios para realizar el estudio en los taxis son: la distancia (d) en metros (m), para conocer la distancia total recorrida en el seguimiento desde que inicia hasta que finaliza; el tiempo (t) de duración de muestreo en segundos (s), para saber el tiempo total de seguimiento en la respectiva distancia recorrida; la velocidad instantánea (v) de un vehículo expresado en km/h, valor con el cual se identifica el estado del vehículo cada segundo; la aceleración (a) expresada en m/s^2 , dato útil para determinar los estados de conducción de cada conductor; todos estos valores se obtienen en un intervalo de tiempo de un segundo de muestreo para tener un porcentaje de error bajo en los cálculos a realizar más adelante. Con el valor de la aceleración se procede a encontrar los porcentajes de los cuatro estados de marcha del vehículo que son: ralentí, crucero, aceleración y desaceleración. (Salazar & Ochoa, 2018, p.37).

2.1.5.2 Variables y Parámetros para el Consumo Instantáneo de Combustible

Para el consumo instantáneo de combustible en cada ciclo de conducción se necesita saber los datos del volumen de la gasolina (v) expresado en mililitros (ml) para tener un estimado de lo que consume el vehículo, el flujo volumétrico (Q) expresado en mililitros sobre segundos (ml/s) para conocer la cantidad de fluido que pasa hacia la cámara de combustión en un tiempo estimado del seguimiento y el caudal másico (\dot{m}) el cual es expresado en miligramos sobre segundos (mg/s), el cual ayuda a saber el consumo de combustible en las unidades de masa en un tiempo estimado (Salazar & Ochoa, 2018, p.48).

2.1.5.3 Parámetros del Consumo de Combustible Promedio

Para tener un consumo de combustible promedio estimado se opta por realizar una encuesta personal a los conductores de los taxis, para ello se define primero los parámetros que se necesitan, entre alguno de los parámetros se tiene: el kilometraje inicial y final de un día normal de trabajo, ambos expresados en kilómetros (km), con estos datos se puede saber el kilometraje de la trayectoria diaria que efectúan en un día, también se solicita el consumo del combustible (cd) expresado en dólares (\$), este sirve para conocer el valor económico del combustible consumido y así estimar el consumo en galones (gl), como se puede observar en la Tabla 3.8. Con estos valores se puede llegar a tener una apreciación de consumo promedio (C_p) de los vehículos expresados en galones sobre kilómetro (gl/km) valores por semana, por mes y por año. (Salazar & Ochoa, 2018, p.48).

2.1.6 Definición de Equipos y Dispositivos de Medición Electrónicos

De forma general todos y cada uno de los equipos y dispositivos electrónicos utilizados para el desarrollo del estudio presente, es posible encontrarlo en nuestro medio y puede estar al alcance de cualquier personal en general, además la información detallada de cada artículo adquirido es posible encontrar la descripción de funcionalidad en el internet, en la red se expresa una forma de manipulación general de cada uno de los equipos utilizados además de un manual, de cómo se puede procesar los datos, para posteriormente evaluar cada uno de los resultados, gracias a los avances tecnológicos se puede reducir el tiempo de trabajo ya que cada dispositivo procesa la información y al instante brinda un resultado eficaz, y tan solo resta interpretar dichos resultados, y realizar un estudio más rápido y con mayor destreza, así siendo posible evitar los errores por cálculos o medidas.

2.1.6.1 Selección de Dispositivo Electrónico para Levantamiento de Cinemática

Para poder levantar datos de la cinemática del vehículo se utiliza el dispositivo electrónico llamado GPS Recorder GL-770 que cuenta con un receptor GPS de calidad comercial que ayuda administrar el equipo de campo de manera efectiva. Las empresas pueden usar este dispositivo de manera efectiva para controlar a su personal de campo o para la

administración de flotas. Es a prueba de salpicaduras (IPX3) y resistente a los golpes. El dispositivo está equipado con un sensor de movimiento para proporcionar la máxima duración de la batería. Los empleados pueden marcar su ubicación con la clave de PDI. Puede rastrear las pistas grabadas en un intervalo de un segundo de muestreo en los mapas de Google Earth con la ayuda de un software fácil de usar.

Memoria de 64Mbit, compatible con Bluetooth Smart (BT4.0) LNS (para la conexión a BT4.0 se requiere el desarrollo de la aplicación LNS. Aplicación no incluida), puede grabar hasta 250,000 puntos de referencia, el intervalo de registro se puede establecer por tiempo, distancia y velocidad, admite registro de 5Hz para aplicaciones de alta velocidad, modo móvil: al arrancar / parar el motor, la unidad se activa o desactiva, protección contra sobretensiones con suministro de energía permanente en el automóvil, el sensor de aceleración para el ahorro de energía inteligente, tiempo de funcionamiento de más de 35 horas y 700 horas de modo de suspensión, retroalimentación de vibración para la confirmación de POI, IPX3 impermeable (protección contra salpicaduras) y es a prueba de golpes (caída libre de 1,5 metros)



Figura 2.16 Dispositivo Electrónico para Levantamiento de Cinemática
(Salazar, 2014, p.39)

En la figura 2.16 se muestra el GPS, es decir su diseño hace que sea resistente al agua y duradero, el cual viene con dos softwares: TSI Log View (para Windows) y Cloud-based software MMG (ManageMyGPS). El software TSI LogView presenta los datos grabados en una tabla y muestra las pistas grabadas en Google Maps. El software basado en la nube (ManageMyGPS) es una alternativa a un rastreador en tiempo real (Salazar & Ochoa, 2018, p.39).

2.1.6.2 Selección de Equipos y Dispositivo para Obtención del Consumo Instantáneo

Para realizar la recolección de datos del consumo instantáneo del vehículo, en primera instancia se elige el caudalímetro ultrasónico Grill, es un sofisticado medidor de flujo de combustible, él cual es compacto, liviano y está diseñado para soportar niveles extremos de vibración y temperatura, utiliza tecnología comprobada de medición de flujo ultrasónico para detectar tasas de flujo de combustible bidireccional de hasta 8,000 ml / min. El medidor de flujo de combustible es capaz de monitorear el flujo de combustible transitorio y constante, la dirección del flujo, la temperatura del combustible y el uso acumulativo de combustible.

Sin partes móviles mecánicas dentro de la trayectoria del flujo, la caída de presión se minimiza proporcionando datos de velocidad de flujo reales con poco impacto en el flujo de combustible mismo. Con una plataforma electrónica recientemente desarrollada, que integra la última tecnología, el medidor es capaz de medir la tasa de flujo de combustible a 2 kHz. El medidor de flujo de combustible ultrasónico ha sido diseñado para usarse con todos los tipos de combustible, incluidos el petróleo, la gasolina, el diésel y las mezclas agresivas de etanol. (Salazar & Ochoa, 2018, p.40).

2.2 RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE

En teoría se puede establecer que el rendimiento de combustible es la relación que existe entre la distancia recorrida que realiza un automotor y por consecuente la cantidad de combustible que consume en ese tramo de recorrido establecido, se podría decir que en su gran mayoría, cada uno de los fabricantes lucha por mejor esta particularidad, además

esta puede estar expresada, como medida en kilómetros por litro (km/l) o también en kilómetros por galón (km/gl).

2.2.1 PATRONES DE CONDUCCIÓN

Para los conductores de los taxis que son las personas que pasan el mayor tiempo de su día detrás del volante, son quienes deben conocer muy bien su vehículo, las calles de la ciudad por donde circulan, sobre todo deben saber cómo conducir para obtener un mejor funcionamiento del motor de su vehículo y una mejor optimización de combustible (Salazar & Ochoa, 2018, p.14).

2.2.1.1 Conducción Eficiente

Para poder realizar lo mencionado anteriormente, existe el método de “Conducción Eficiente”, que es una nueva manera de conducir el automóvil para poder llegar a obtener los siguientes puntos: una optimización del combustible, se consigue contaminar el medio ambiente en un porcentaje mínimo, se reducirían los accidentes en la carretera, el confort para el conductor y para los pasajeros sería el mejor.

Esta nueva manera de conducción, “Conducción Eficiente”, está basada en una serie de sencillas reglas que son muy eficaces, para conseguir aprovechar todos los avances que la tecnología de hoy en día se ofrece en la mayoría de los vehículos (Salazar & Ochoa, 2018, p.15).

2.2.1.2 Consumo Energético y Contaminación Ambiental

La energía se la puede encontrar de varias formas, en nuestro planeta, sin embargo, de cualquier forma, que esta se presente, es necesario un toque de humanidad, ya que el procesamiento y utilización de esta, corrobora al aumento de la contaminación en nuestro planeta, ya que, en su gran mayoría, la energía, como combustible.

En el mundo automotriz la principal fuente de energía es el combustible o carburante derivado del petróleo, el cual produce una cantidad muy grande de CO₂ que va dirigida directamente hacia la atmosfera por toneladas, dicho gas contaminante es el causante del

“efecto invernadero”, que se traduce en el aumento de temperatura en el planeta, esta es una de las causas principales de preocupación de las diversas organizaciones de cuidados para el medio ambiente, ya que en los últimos años los cambios de temperatura han sido muy agresivos, causando así estragos tales como inundaciones y olas de calor

2.2.1.3 Puesta en Marcha del Motor

El arranque es una parte esencial en el consumo de combustible, es necesario conocer cómo realizar un arranque correcto, ya que en su gran mayoría estamos llenos de conocimientos que no son correctos. En los automóviles equipados con un sistema de inyección electrónica ya no es necesario en el arranque que se presione el pedal del acelerador, ya que este por medio de los sensores y la computadora, estudia la situación del motor en ese momento, todo esto contrario a los vehículos equipados con carburador que anteriormente se usaba



Figura 2.17 Puesta en marcha
Elaborado por: Secundino y Escudero

En la figura 2.17 se puede apreciar un sistema de puesta en marcha actual el cual conlleva en su interior un sistema electrónico, el cual mejora cada vez más el uso y manejo de las nuevas propuestas de automotores.

2.2.1.4 Selección de Marcha en Conducción

Dentro de la operación de manejo en un vehículo, existen procesos en los cuales se acelera, seguido a esto viene dado una selección de marcha, pueden ser cambios de marcha de manera rápida o larga, en la Tabla 2.3 se tiene un régimen de velocidad en base a los km/h; están dadas según los rpm del motor, las más eficientes se encuentran entre 2500 rpm y 3000 rpm en motores a gasolina y de 1 500 rpm y 2 000 rpm en motores diésel.

En la gran mayoría de los manuales de los automotores, los fabricantes citan las especificaciones, para lograr una conducción más eficiente, además las cuales establecen que se debe realizar los cambios de marcha de la siguiente manera:

Tabla 2.3 Cambio de marcha

Numero de Marcha	Cambio de Marcha
2°	A partir de los 6 metros, 2 segundos
3°	Al iniciar los 30 km/h
4°	Al iniciar los 40 km/h
5°	Al iniciar los 50 km/h

Fuente: (Salazar & Ochoa, 2018, p.15).

Los datos de la tabla 2.3 son recomendados para conseguir la eficiencia más alta del motor de combustión interna, ya que a un mayor número de rpm en marcha baja se producirá un mayor consumo de combustible y en algunos casos por un déficit de conducción racional se produce un desgaste prematuro en los elementos del motor, y por ende de los demás elementos que conforman el vehículo. (Salazar & Ochoa, 2018, p.15).

2.2.1.5 Estados de Conducción en Vehículos Livianos

Un ciclo de conducción se define como una secuencia tiempo-velocidad obtenida a partir de información estadísticamente representativa de un área determinada, es decir, en una distancia recorrida en su totalidad en dicho tiempo, como se observa en la Figura 2.18 ya que estos estados de conducción son tomados en una operación real, se debe reflejar la dinámica de la conducción del conductor del taxi.

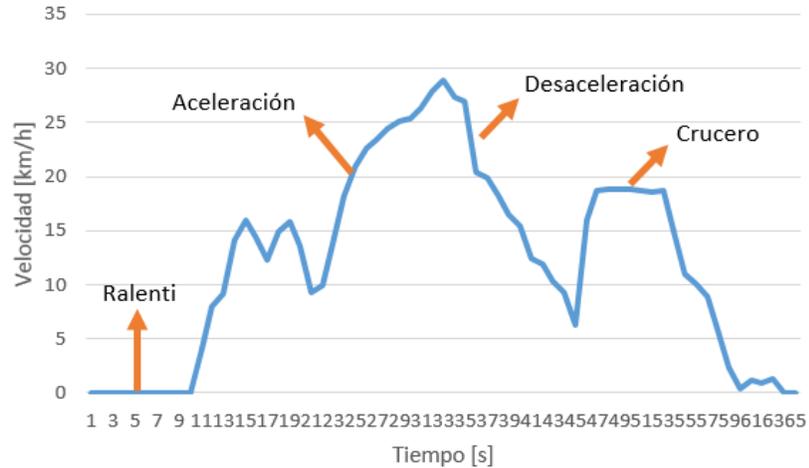


Figura 2.18 Estados de Conducción en Vehículos Livianos
(Fuente: (Salazar & Ochoa, 2018, p.39).

A estos estados de conducción se los puede dividir en cuatro estados de conducción, como se detalla a continuación:

Estado de aceleración

Este ciclo se refiere en el momento que el conductor se encuentra presionado el acelerador hasta adquirir su velocidad deseada, esta no siempre será muy alta en la zona urbana, que es donde se lleva a cabo dicho estudio.

Estado de desaceleración

La desaceleración se tiene en el momento que el conductor retira el pie del acelerador, ya sea porque adquirió una velocidad suficiente o porque desea reducir la misma, por consiguiente, se inicia la disminución de velocidad además de forma conjunta las rpm.

Estado de ralentí

Este ciclo es en el momento que el motor se encuentra girando de forma libre con sus rpm mínimas, este ciclo se da más en paradas o en semáforos en rojo, ya que el motor no recibe ninguna orden o actividad para que acelere.

Estado de velocidad constante o crucero

Este ciclo se refiere al momento en el que el vehículo avanza a rpm constantes durante un periodo prolongado por una distancia larga, por consiguiente, la aceleración resulta ser nula.

2.2.2 MATEMÁTICA APLICADA AL MOTOR

El motor de gasolina, el motor diésel y la máquina de vapor son ejemplos de motores térmicos. Los motores térmicos tienen unas características que los diferencian unos de otros. Se pueden resaltar las siguientes:

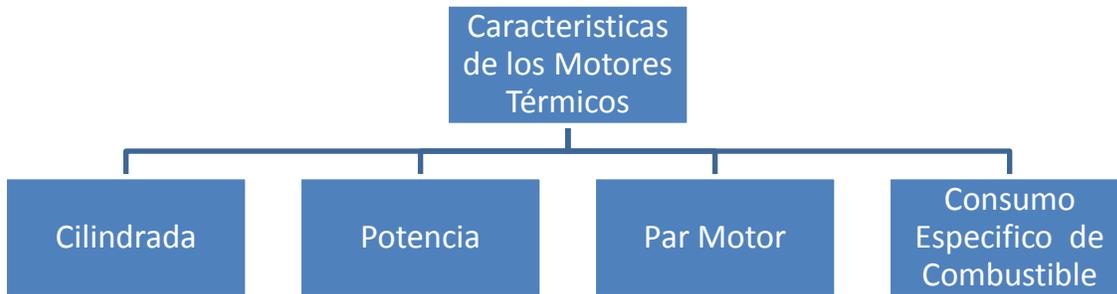


Figura 2.19 Características de los motores térmicos
(Secundino y Escudero 2009)

2.2.2.1 Cilindrada

Los cilindros son los huecos mecanizados de forma cilíndrica, situados en el bloque motor. El número y el volumen de cilindros es diferente en cada motor. Sus características principales son:

- **La carrera.** Es la distancia que recorre el pistón desde el punto muerto superior (PMS) hasta el punto muerto inferior (PMI).
- **El volumen unitario.** Es el volumen de un cilindro.
- **El volumen total del motor.** Es el producto del volumen unitario por el número de cilindros.

La cilindrada total de un motor térmico se calcula a partir de la cilindrada de cada uno de sus cilindros. La cilindrada unitaria (V_u) es el volumen de un solo cilindro:

$$V_u = \frac{\pi \times d^3}{4}$$

Ecuación 2.5. Cilindrada
(Secundino Escudero, 2012)

Una vez calculada la cilindrada unitaria, se calcula la cilindrada total (V_t) del motor. Para ello, se multiplica el volumen de un cilindro por el número de cilindros:

$$V_t = V_u \cdot N, \text{ donde } N: \text{ número de cilindros}$$

Los motores, dependiendo de la carrera y del diámetro de sus cilindros, pueden ser:

- Motores alargados. En estos motores la carrera es mayor que el diámetro. Estos motores no alcanzan revoluciones demasiado altas. En la actualidad son más usados para motores diésel que para motores de gasolina.
- Motores cuadrados. La carrera y el diámetro tienen la misma longitud, es decir, la relación entre la carrera y el diámetro es 1. Las revoluciones alcanzadas por este tipo de motores son mayores que en los alargados.
- Motores súper cuadrados. El diámetro del cilindro es mayor que la carrera. Se pueden alcanzar revoluciones muy altas. Son utilizados para vehículos de gasolina muy revolucionados. (Secundino Escudero, 2012)

Estas medidas se realizan en milímetros (mm), aunque para el volumen se emplea el centímetro cúbico (cm³) o el litro (l).

2.2.2.2 Relación de Compresión

La relación de compresión es un número que indica el número de veces que es mayor el volumen que ocupa la mezcla al final de la admisión (pistón en PMI), respecto al volumen al final de la compresión (pistón en PMS).

Esta definición se resume en la siguiente fórmula:

$$R_c = \frac{V_u + V_c}{V_c} \text{ dónde: } R_c = \text{Relación de Compresión}$$

V_u = Volumen Unitario

V_c = Volumen de la Cámara

Ecuación 2.6. Relación de Compresión

(Secundino Escudero, 2012)

Si aumenta el volumen del cilindro, la relación de compresión aumenta, pero si aumenta el volumen de la cámara de compresión, la relación de compresión disminuye. (Secundino Escudero, 2012)

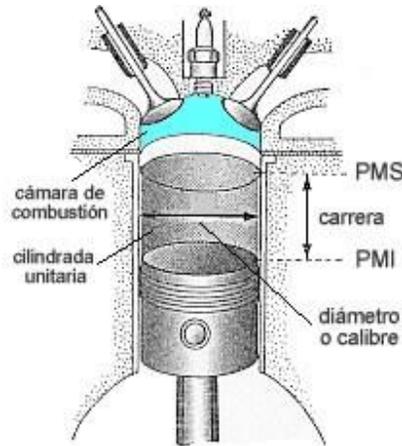


Figura 2.20. Longitudes entre PMS y PMI, Volumen de Cámara
(Secundino & Escudero, 2009)

2.2.2.3 Par Motor

El par motor (M) es el producto de la fuerza aplicada sobre un cuerpo para hacerle girar, por la distancia al punto de giro. La fórmula que resume la anterior definición, cuando F y r son perpendiculares es:

$$M = F \times r \quad \text{donde } F: \text{ fuerza}$$

r : radio de giro

Ecuación 2.7. Par Motor
(Secundino & Escudero, 2009)

La unidad de la fuerza en el sistema internacional es el newton (N) y la del radio es el metro (m), por lo que la unidad de par es newton por metro (Nm). (Secundino Escudero, 2012)

2.2.2.4 Potencia

La potencia (P) es el trabajo desarrollado por unidad de tiempo. La potencia de un vehículo se desarrolla en el desplazamiento de la carga.

$$P = \frac{T}{t}$$

Ecuación 2.8. Potencia
(Secundino & Escudero, 2009)

La unidad de potencia en el sistema internacional es el vatio (W), pero en el mundo de la automoción es más usual utilizar el kilovatio (kW) o el caballo de vapor (CV).

La potencia en el motor se obtiene multiplicando el par motor por la velocidad angular (n) que puede venir dada en revoluciones por minuto (rpm) o en radianes por segundo (rad/s): (Secundino Escudero, 2012)

$$P = M \times n$$

Ecuación 2.9. Potencia
(Secundino & Escudero, 2009)

2.2.2.5 Consumo Específico

El consumo específico de combustible es la cantidad de combustible consumida por unidad de potencia generada y tiempo de funcionamiento. Se mide en g/kWh. El consumo específico suele oscilar entre los valores siguientes:

- En motores de gasolina: de 220 g / kWh a 340 g / kWh.
- En motores diésel: de 150 g / kWh a 250 g / kWh.

2.2.2.6 Calculo del Consumo Instantáneo

La estimación del consumo instantáneo se procede a realizar cálculos en cada una de las diferentes etapas de la conducción, se usa varias ecuaciones que se encuentran y se obtienen del artículo científico de (Rosero F, 2017, pág. 1-22), las que permite aplicar el método matemático para poder estimar el consumo instantáneo en cada estado de la conducción vehicular (Salazar, 2014, p.54).

a) Consumo Instantáneo de Crucero

Un valor necesario en este estudio es el flujo volumétrico (Q_c) expresado en la unidad de mililitros sobre segundos [**ml/seg**], para ello se usa la ecuación que nos brinda (Rosero F, 2017), la cual nos dice que se divide la variación de volumen de combustible en la prueba de crucero dividido para la variación del tiempo de prueba:

$$Q_c \text{ [ml/seg]} = \frac{\Delta VC}{\Delta t}$$

Ecuación 2.10. Consumo Instantáneo de Crucero
(Rosero F, 2017)

Dónde:

Q_c =Flujo volumétrico en la prueba de cruceo [ml/s]

ΔV_c = Variación de volumen consumido en la prueba de cruceo [ml]

Δt =Variación de tiempo [s]

El consumo instantáneo de combustible del vehículo (**\dot{m}_c**) en velocidad cruceo debe ser expresada en las unidades de miligramos sobre segundo, tal valor se estima a partir de la siguiente formula:

$$\dot{m}[\text{mg/seg}] = Q_c * d_g * 1000$$

Ecuación 2.11 Consumo Instantáneo de Cruceo
(Rosero F, 2017)

Dónde:

\dot{m}_c = Consumo instantáneo másico de la prueba cruceo [mg/seg]

Q_c =Flujo volumétrico en la prueba de cruceo [ml/seg]

d_g = Densidad de la gasolina (0,68 g/ml)

b) Consumo en Ralentí

Para encontrar el consumo en ralentí, se aplica los mismos procedimientos y las mismas ecuaciones que se usa en el consumo del estado de cruceo y así estimar el consumo promedio en la unidad de medida del caudal en miligramos sobre segundo:

$$[\text{ml/seg}] = \frac{\Delta V_c}{\Delta t}$$

Dónde:

Q_r =Flujo volumétrico en la prueba de ralentí [ml/seg]

ΔV_r = Variación de volumen consumido en la prueba de ralentí [ml]

Δt =Variación del tiempo [s]

El consumo instantáneo de combustible d

el vehículo (**\dot{m}_r**) en el estado de ralentí debe ser expresado en las unidades de miligramos sobre segundo [mg/seg], tal valor se estima a partir de la siguiente fórmula:

$$\dot{m}[\text{mg/seg}] = Q_r * d_g * 1000$$

Ecuación 2.12. Consumo en Ralentí
(Rosero F, 2017)

Dónde:

$\dot{m}I_r$ = Consumo instantáneo másico de la prueba ralenti [mg/s]

Q_r = Flujo volumétrico en la prueba de ralenti [ml/s]

d_g = Densidad de la gasolina [0,68 g/ml]

c) Consumo Instantáneo en Aceleración y Desaceleración

Una vez que se haya obtenido todos los datos nombrados anteriormente, se ejecuta las operaciones necesarias para encontrar los consumos promedios para los estados de aceleración y desaceleración respectivamente, donde:

$$\dot{m}R * t * \%R + \dot{m}C * t * \%C + \dot{m}A * t * \%A + \dot{m}D * t * \%D = CC$$

Ecuación 2.13 Consumo Instantáneo en Aceleración y Desaceleración
(Rosero F, 2017)

Dónde:

$\dot{m}R$ = Caudal másico en ralenti [mg/s]

$\dot{m}C$ = Caudal másico en crucero [mg/s]

$\dot{m}A$ = Caudal másico en aceleración [mg/s]

$\dot{m}DA$ = Caudal másico en desaceleración [mg/s]

$\%R$ = Porcentaje ralenti [%]

$\%C$ = Porcentaje crucero [%]

$\%A$ = Porcentaje aceleración [%]

$\%D$ = Porcentaje desaceleración [%]

t = Tiempo [s]

CC = Consumo combustible [mg]

Para realizar todo esto se toma en consideración la variante de 2,21 que está dentro del artículo titulado “On-Road-Motor-Vehicle-Emissions-and-Fuel-Consumption” (Tong-Hung-Cheung, 2014, pág. 10), en donde establece que la relación existente entre la aceleración y la desaceleración es de 2,21, es decir, la aceleración es 2,21 veces la desaceleración.

$$\dot{m}[\text{mg/seg}] = \frac{\dot{m}_A}{2.21}$$

Ecuación 2.14. Consumo Instantáneo en Aceleración y Desaceleración
(Tong-Hung-Cheung, 2014, pág. 10)

Debido a que en la ecuación se tiene dos incógnitas, se debe reemplazar la ecuación 3.8 en la misma, una vez despejada la incógnita de caudal másico \dot{m} [mg/s] de la aceleración, dando como resultado la siguiente fórmula(Salazar, 2014, p.57).

$$\dot{m}_A [\text{mg/seg}] = \frac{2.21[CC - (\dot{m}_R * t * \%R) - (\dot{m}_C * t * \%C)]}{t(2.21 * \%A + \%D)}$$

Ecuación 2.15. Consumo Instantáneo en Aceleración y Desaceleración
(Tong-Hung-Cheung, 2014, pág. 10)

Dónde:

CC =Consumo combustible [mg]

\dot{m}_R =Caudal ralenti [mg/s]

\dot{m}_C =Caudal crucero [mg/s]

\dot{m}_A =Caudal aceleración [mg/s]

$\%R$ =Porcentaje ralenti [%]

$\%C$ =Porcentaje crucero [%]

$\%A$ =Porcentaje aceleración [%]

$\%D$ =Porcentaje desaceleración [%]

t =Tiempo [s]

Una vez obtenido el valor de “QA, se procede a reemplazar este dato en la relación mencionada anteriormente en la ecuación 3.8 para obtener el valor restante del caudal másico del estado de desaceleración (\dot{m}_D)

Una vez realizado todo lo antes descrito, se procede a iniciar el cálculo del consumo de combustible para cada uno de los 257 archivos de seguimientos realizados, mediante el uso del dispositivo GPS ubicado en los taxis, esto se puede visualizar por medio de la siguiente Figura 2.15; el cálculo de obtención del consumo promedio realizado por el taxi dentro de las cinco horas de seguimiento en donde consta una labor normal de un taxista dentro de la ciudad constando las horas normales de trabajo común y corriente

d) Consumo Promedio

Para adquirir el valor acerca del consumo promedio de combustible diario de las marcas más usadas para el servicio de taxis en la ciudad de Ibarra, se toma en consideración la siguiente fórmula analizada detenidamente con el tutor para conseguir la eficiencia de los modelos de los taxis, la cual contiene los valores obtenidos a partir de la encuesta realizada anteriormente, misma que se detalla a continuación.

$$C_{PROM DIARIO} \sum [km/gl] = \frac{C\$ * gl}{\Delta k * Pg}$$

Ecuación 2.16. Consumo Promedio
(Tong-Hung-Cheung, 2014, pág. 10)

Dónde:

C_{PROM DIARIO}=Consumo de combustible promedio diario

C\$=Combustible consumido en dólares [“\$”]

Δk=Variación del kilometraje recorrido [km] Pg.=Precio de la gasolina [1.50\$]

gl=Galón de combustible [gl]

Con cada una de las formulas, se puede llegar a establecer datos valiosos para lograr analizar la eficiencia que se da dentro de la ciudad de Ibarra en cada uno de los modelos preseleccionado.

2.3 CURVAS CARACTERÍSTICAS

Las curvas características indican cómo varían las magnitudes físicas en función de las revoluciones del motor. Para representarlas se utilizan diagramas en los que se especifican las revoluciones en el eje de abscisas, y los diferentes parámetros, con sus unidades, en el eje de coordenadas.

En este apartado se explican tres curvas características:

- a) Curva de par motor.
- b) Curva de potencia.
- c) Curva de consumo específico.

2.3.1 CURVA PROPORCIONAL PAR TORSIONAL (TORQUE)

Se entiende como Par torsional a la fuerza máxima que produce el par motor en funcionamiento del mismo dicha fuerza puede ser variable, en el caso de un motor de cuatro tiempos dicho par se produce cuando se genera la combustión producto de la mezcla y su posterior expansión dentro del cilindro. En la figura 2.21 se puede apreciar la curva de torque, además se muestra el producto de la fuerza por la distancia ($F \times d$) que resultaría como producto un giro.

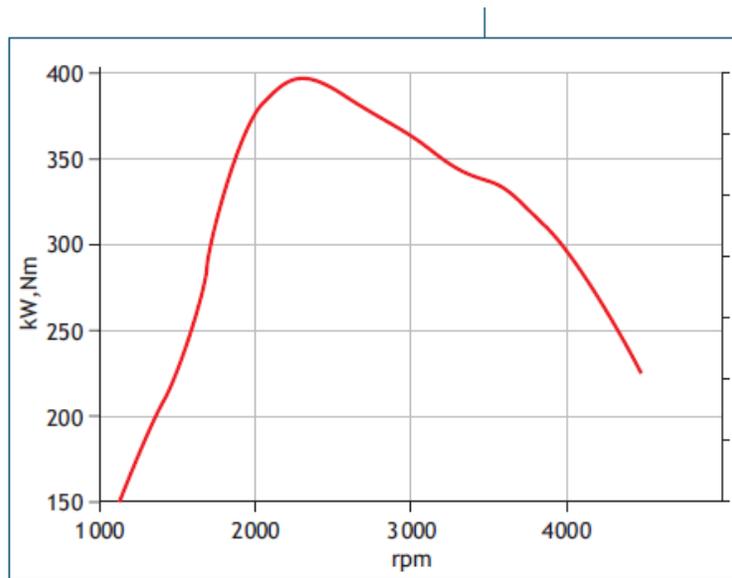


Figura 2.21 La curva de torque se muestra el producto de la fuerza por la distancia
(Secundino, 2012)

2.3.2 CURVA DE POTENCIA

En la figura 2.22 se puede apreciar la curva en la que resulta el trabajo que desarrolla un motor de combustión interna por unidad de tiempo, es decir la rapidez con la que dicho motor realiza un trabajo.

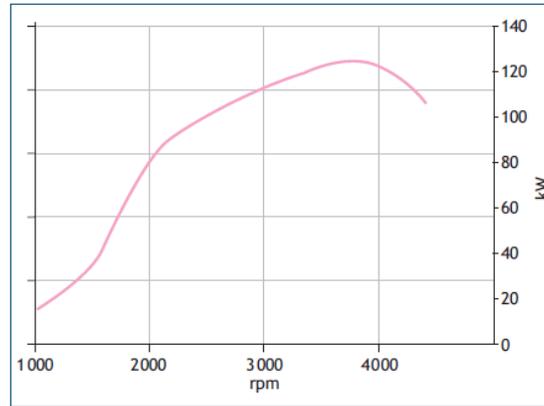


Figura 2.22 Curva resulta el trabajo que desarrolla un motor de combustión interna (Secundino, 2012)

2.3.3 CURVA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

El consumo, y en concreto el consumo específico (C), se define como el caudal de combustible que consume el motor o consumo horario por la potencia que proporciona. El consumo específico proporciona información sobre el rendimiento del motor. Cuanto menor sea su consumo específico, mejor es su rendimiento.

En la figura 2.23 se muestra la curva del rendimiento de un motor indica la proporción de energía útil empleada en mover el vehículo de la total obtenida con la combustión en el motor. En los mejores motores diesel, este rendimiento apenas supera el 35%, mientras que en los motores de gasolina se queda por debajo de esa cifra.

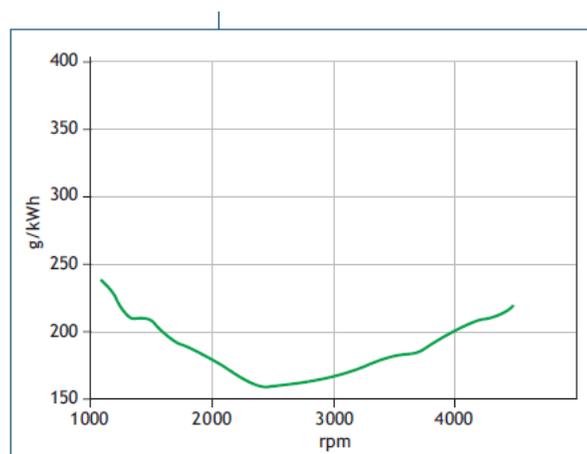


Figura 2.23 Curva de Consumo Específico (Secundino & Escudero, 2009)

2.3.4 CAJAS DE CAMBIO MANUALES

El sistema de cambio de marchas manual ha evolucionado notablemente desde los primeros mecanismos de caja de cambios de marchas manuales sin dispositivos de sincronización hasta las actuales cajas de cambio sincronizadas de dos ejes y hasta tres ejes ya que las necesidades del conductor son mayores.

Independientemente de la disposición transversal o longitudinal y delantera o trasera, las actuales cajas de cambios manuales son principalmente de dos tipos:

De tres ejes: un eje primario recibe el par del motor a través del embrague y lo transmite a un eje intermediario. Éste a su vez lo transmite a un eje secundario de salida, coaxial con el eje primario, que acciona el grupo diferencial.

En la figura 2.24 se muestra una caja de dos ejes: un eje primario recibe el par del motor y lo transmite de forma directa a uno secundario de salida de par que acciona el grupo diferencial. En ambos tipos de cajas manuales los piñones utilizados actualmente en los ejes son de dentado helicoidal, el cual presenta la ventaja de que la transmisión de par se realiza a través de dos dientes simultáneamente en lugar de uno como ocurre con el dentado recto tradicional siendo además la longitud de engrane y la capacidad de carga mayor. Esta mayor suavidad en la transmisión de esfuerzo entre piñones se traduce en un menor ruido global de la caja de cambios. En la marcha atrás se pueden utilizar piñones de dentado recto ya que a pesar de soportar peor la carga su utilización es menor y además tienen un coste más reducido.

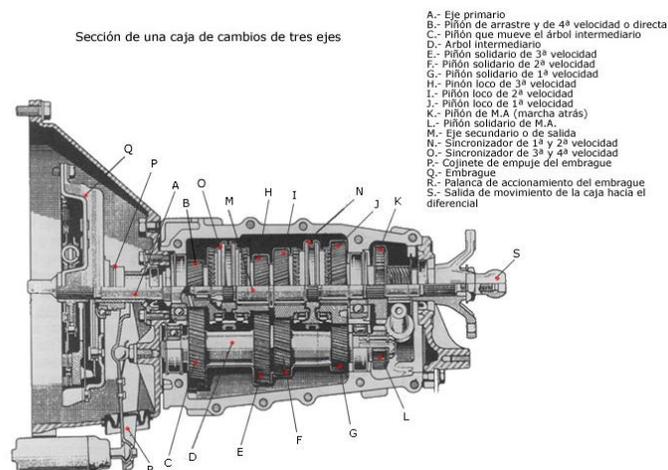


Figura 2.24. Caja de Cambios Manual
(Mecánica Virtual, 2008)

La situación de la caja de cambios en el vehículo dependerá de la colocación del motor y del tipo de transmisión ya sea está delantera o trasera.

El funcionamiento de la caja de cambios se basa, en base a las distintas relaciones se obtienen por la combinación de los diferentes piñones, en consecuencia, con sus diferentes dimensiones de cada relación de marcha.

En las cajas de cambio de tres ejes, el sistema de engranajes de doble reducción es el utilizado generalmente en las cajas de cambio, pues resulta más compacto y presenta la ventaja sustancial de tener alineados entre si los ejes de entrada y salida. Para la obtención de las distintas relaciones o velocidades, el conductor acciona una palanca de cambios, mediante la cual, se produce el desplazamiento de los distintos cubos de sincronización (sincronizadores), que engranan con los piñones que transmiten el movimiento.

En función de esto, si la velocidad de giro (velocidad angular) transmitida a las ruedas es menor, el par motor aumenta, suponiendo que el motor entrega una potencia constante.

La caja de cambios tiene pues la misión de reducir el número de revoluciones del motor, según el par necesario en cada instante. Además de invertir el sentido de giro en las ruedas, cuando las necesidades de la marcha así lo requieren. Va acoplada al volante de inercia del motor, del cual recibe movimiento a través del embrague, en transmisiones manuales; o a través del convertidor de par, en transmisiones automáticas. Acoplado a ella va el resto del sistema de transmisión (Taller virtual, 2013).

2.3.4.1 Clasificación de las Cajas de Cambio

Existen varios tipos de cajas de cambios y diversas maneras de clasificarlas. Hasta el momento en que no se habían desarrollado sistemas de control electrónico la distinción era mucho más sencilla e intuitiva ya que describía su construcción y funcionamiento. En tanto que se han desarrollado sistemas de control electrónico para cajas se da la paradoja que existen cajas manuales con posibilidad de accionamiento automatizado y cajas automáticas con posibilidad de intervención manual. La clasificación en función de su accionamiento es una de las clasificaciones aceptadas por mayor número de autores:

A) Manuales, mecánicas o sincrónicas:

Tradicionalmente se denominan cajas mecánicas a aquellas que se componen de elementos estructurales (y funcionales), rodamientos, etc. de tipo mecánico. En este tipo de cajas de cambio, la selección de las diferentes velocidades se realiza mediante mando mecánico, aunque éste puede estar automatizado.

Los elementos sometidos a rozamiento ejes, engranajes, sincronizadores, o selectores están lubricados mediante baño de aceite (específico para engranajes) en el cárter aislados del exterior mediante juntas que garantizan la estanqueidad. Los acoplamientos en el interior se realizan mediante mecanismos compuestos de balancines y ejes guiados por cojinetes. El accionamiento de los mecanismos internos desde el exterior de la caja -y que debería accionar un eventual conductor- se realizan mediante cables flexibles no alargarles o varillas rígidas.

Las distintas velocidades de que consta la caja están sincronizadas. Esto quiere decir que disponen de mecanismos de sincronización que permiten igualar las velocidades de los distintos ejes de que consta la caja durante el cambio de una a otra. La conexión cinemática entre el motor y la caja de cambios se realiza mediante el embrague

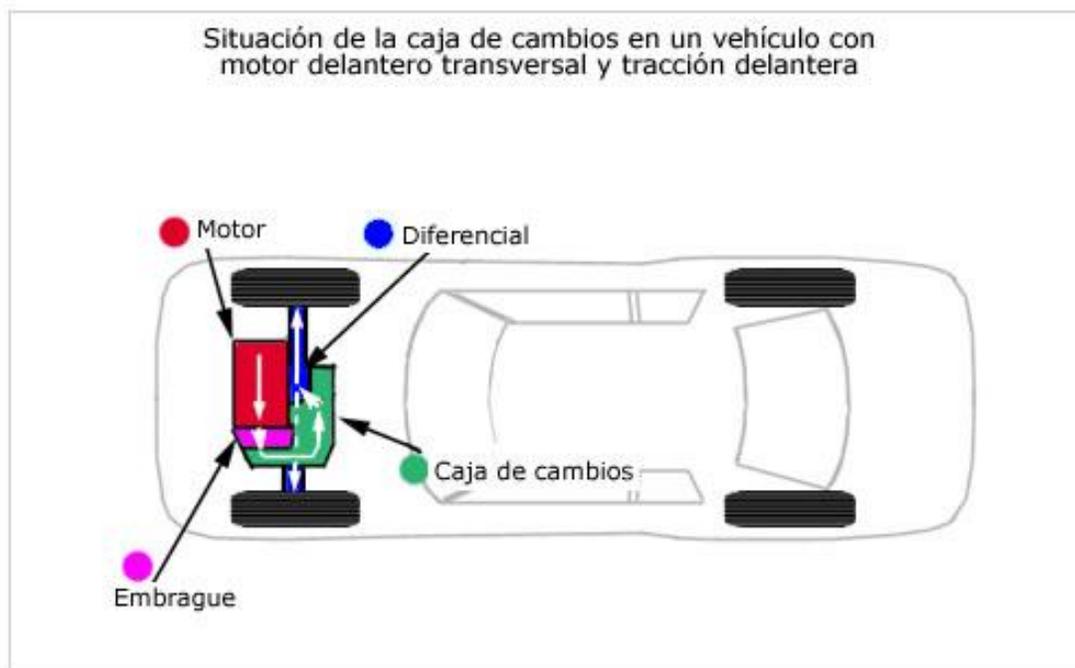


Figura 2.25 Situación de la Caja de Cambios en un Vehículo
(Mecánica Virtual, 2008)

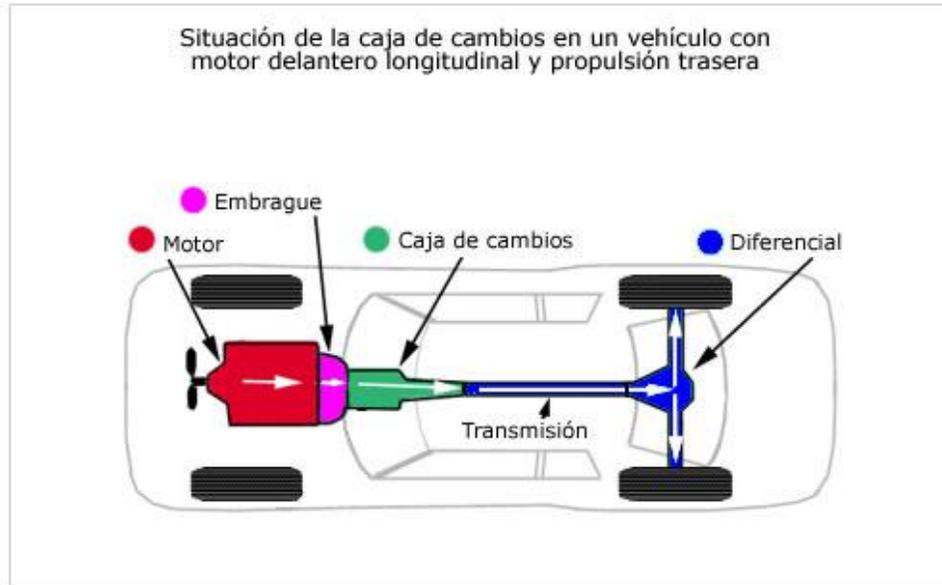


Figura 2.26 Situación de la Caja de Cambios Propulsión Trasera
(Mecánica Virtual, 2008)

En la figura 2.26 se puede apreciar la disposición de la caja de cambios hacia la parte posterior del motor. Estas dos disposiciones de la caja de cambios en el vehículo son las más utilizadas, aunque existe alguna más, como la de motor delantero longitudinal y tracción a las ruedas delanteras (Taller virtual, 2013).

2.3.5 DIFERENCIAL

El sistema de engranajes llamado “planetario” o “hepicioidal”, pues lo tenemos en un diferencial: una corona o engranaje de mayor diámetro, sobre la que dos engranajes “satélites” giran locamente en sus ejes, arrastrando a la corona o haciendo girar al porta-satélites en función del giro del eje principal. La diferencia sobre el sistema descrito anteriormente, es que en el diferencial hay dos ejes, cada uno a una rueda, que cuando el automóvil realiza una trayectoria recta, giran a la misma velocidad, por lo que los satélites no giran sobre sus ejes, sino que transmiten el movimiento con el giro del porta-satélites y cuando, en virtud de la trayectoria descrita por el automóvil, un eje necesita girar más rápido que otro, se compensa el giro haciendo girar los satélites y produciendo un “resbalamiento” en el porta-satélites.



Figura 2.27 Diferencial del Vehículo
(Armas, 2016)

En la figura 2.27 se puede observar a la corona o “satélite” está íntimamente unida por medio de un engranaje hipóide al árbol de transmisión, a través de un piñón de ataque; precisamente la relación de dientes entre corona y piñón es la que efectúa la reducción necesaria de giro que de que hablábamos en un principio. El conjunto de corona y piñón y planetarios, está encerrado en un cárter, que forma el “grupo” y que se encuentra sumergido en aceite igual que la caja de cambios. En los vehículos de tracción trasera, el “grupo” está unido al conjunto motor-embrague-cambio por medio de un árbol de transmisión que recorre longitudinalmente el automóvil.

2.3.6 TASA DE PROPORCIONALIDAD

Los giros por minuto que efectúa el motor a un régimen normal son 3.000 y 6.000, que convencionalmente modificados por la caja de cambios, proporcionan en cuarta velocidad, entre 70 y 140 Kilómetros por hora en un vehículo de tipo medio. Si esta velocidad de rotación se transmitiese directamente de la caja de cambios al motor, con unas ruedas de tamaño normal, cuyo desarrollo medio es de metro y medio, nos proporcionaría una cuarta marcha a una velocidad entre 270 y 540 Kilómetros por hora, por lo que está obligado a reducir considerablemente el giro de las ruedas para mantener una relación par /velocidad adecuada. Para ello se reduce en aproximadamente una cuarta parte, lo que quiere decir que la rueda sólo gira una vez por cada cuatro vueltas del motor. Ello se consigue, una vez más,

por medio de dos engranajes de distinto número de dientes, que forman básicamente lo que se llama “Grupo diferencial”, “grupo cónico” o “puente trasero”, o simplemente “diferencial” o “grupo” por sencillez.

2.3.7 NEUMÁTICOS

Como se muestra en la figura 2.28 los neumáticos son los encargados de recibir el movimiento transmitido desde el motor, para traccionar directamente con el suelo e impulsar el vehículo. Por este motivo, es muy importante que estos elementos posean una buena capacidad de adherencia para obtener un comportamiento correcto y seguro en los distintos tipos de terreno, para ello es muy importante elegir el tipo de neumático correcto.



Figura 2.28. Neumático

El coeficiente de adherencia indica la proporción de fuerza que se transmite de los neumáticos al suelo para generar el movimiento del vehículo, este coeficiente varía entre 0 y 1. Un coeficiente de adherencia 1 representa la tracción total del movimiento del motor al suelo, algo que nunca es completamente posible puesto que siempre existirán pérdidas de tracción. Por otro lado, un coeficiente de adherencia 0 es el resultante cuando aumenta la velocidad de giro del neumático sin que se produzca movimiento alguno del vehículo. Por tanto, cuanto más cercano a 1 sea el coeficiente de adherencia, mejor será el rendimiento del neumático.

Las principales variables que determinan la adherencia de los neumáticos al terreno son:

- La velocidad de circulación
- El estado de los neumáticos
- Los factores climáticos (nieve, lluvia, temperaturas altas o bajas)
- El estado de la calzada
- El tipo de terreno (tierra, asfalto, terrenos nevados)

A continuación, en la tabla 2.4, se presentan los coeficientes de adherencia de unos neumáticos gastados y de otros óptimos sometidos a un estudio de verificación visual. Un neumático gastado tiene una profundidad del dibujo inferior a 1,6 mm o gomas endurecidas o cristalizadas. (Cevallos, 2017, p.27)

Tabla 2.4 Coeficiente de Fricción Para Neumáticos

Estado	Terreno Seco	Terreno Mojado	Hielo
Óptimos	0,9	0,65	0,15
Gastados	0,6	0,4	0

2.3.8 MATEMATICA TREN DE POTENCIA

Para poder obtener cada uno de los objetivos establecidos al inicio del proyecto de investigación, es de carácter necesario el uso de técnicas cualitativas y cuantitativas las cuales nos ayuden a caracterizar y definir cada uno de los datos enviados por cada fabricante, que establecen en cada una de las fichas técnicas, secuencialmente se plantea cada uno de los procesos matemáticos realizados, para la obtención de los datos pertinentes. Cada uno de los datos son de origen bibliográfico y se los procesa en base a las exigencias para conocimiento de cada una de las necesidades de recopilación de datos.

2.3.8.1 Cálculo de relaciones de transmisión

Indica el número de vueltas que da el piñón conductor por cada vuelta del piñón conducido. La inversa de este valor equivale al número de vueltas que salen de la caja de cambios por cada vuelta del motor.

Se puede clasificar a las cajas de cambios de acuerdo a sus relaciones, de la siguiente manera.

Marchas cortas.- la velocidad angular de salida es menor a la de entrada.

Marchas directa.- la velocidad angular de salida y la de entrada son iguales o su variación es mínima.

Marchas largas.- La velocidad angular de salida es mayor a la de entrada.

Para calcular las relaciones de transmisión en una caja con diferencial independiente:

$$Rt = \frac{Z1}{Z2}$$

Ecuación 17. Cálculo de relaciones de transmisión
(Cevallos, 2017, p.27)

Dónde:

Z1 = Equivale al número de dientes de engranaje conducido

Z2 = El número de dientes del engranaje conductor.

Para calcular las relaciones de transmisión en una caja simplificada:

$$Rt = \frac{Z1}{Z2} * \frac{Z1'}{Z2'}$$

Ecuación 18. Las relaciones de transmisión en una caja simplificada
(Cevallos, 2017, p.27)

Dónde:

Z1 = Equivale al número de dientes de engranaje conducido

Z2 = El número de dientes del engranaje conductor

$Z1'$ = Es el número de dientes de la corona del diferencial

$Z2'$ = Es el número de dientes del piñón de ataque del diferencial.

Tabla 2.5. Relaciones de transmisión para un Chevrolet Corsa

Relación de transmisión	Wind	Pick Up	Gsi
1st	3,55:1	3,55:1	3,73:3
2nd	1,96:1	1,96:1	2,13:3
3rd	1,3:1	1,3:1	1,41:3
4th	0,89:1	0,95:1	3,12:3
5th	0,71:1	0,76:1	0,89:3
Marcha atrás	3,31:1	3,31:1	3,31:3
Diferencial	4,53:1	4,29:1	3,74:3

En la tabla número 5 se puede verificar cada una de las relaciones de marcha existentes que posee, cada uno de los modelos seleccionados, tanto para el Corsa Wind, la Corsa Pick-Up y finalmente el corsa Gsi. Cada valor en específico es dividido o resultante a 1, porque cada una de las marchas tiene su propia relación de capacidad de ascenso.

2.3.8.2 Selección del motor

Para la selección del motor se considera como primera aproximación la potencia necesaria para mover la unidad y para vencer la resistencia aerodinámica del área frontal del vehículo, esta relación constituye una primera iteración para encontrar un motor de capacidad adecuada, haciendo que en cada ciclo se incremente la potencia del motor con el fin de no seleccionar un motor demasiado grande que implique mayor peso vehicular a la unidad.

$$Pe = 12.03 A + 2.033 PBV$$

Ecuación 19. Selección del motor
(Cevallos, 2017, p.27)

Dónde:

Pe= Potencia estimada [kW]

A= área de contacto aerodinámico [cm²]

PBV = peso bruto vehicular [kg]

2.3.8.3 Selección del diferencial

Es necesario encontrar una relación con la cual el vehículo alcance la máxima velocidad permitida dentro del área de consumo específico de combustible.

$$Pd = \frac{60 Cll * (Rcm + 200)}{1000 Pu Vr}$$

Ecuación 2.20. Selección del diferencial
(Cevallos, 2017, p.27)

Dónde:

Pd = Relación de paso del diferencial [s/u]

Cll = Circunferencia de la llanta [plg]

Rcm = Régimen de consumo mínimo de combustible del motor [rpm]

Pu = Relación de paso del último engrane de la transmisión.

Vr = Velocidad reglamentaria de circulación [km/h]

2.3.8.4 Cálculo de la capacidad de arranque en pendiente

La capacidad de arranque se expresa en porcentaje, debe estar entre 20% y 30% dependiendo de las condiciones geográficas del terreno. En caso de no cumplir con este criterio se calcula el torque necesario para cumplirlo y se inicia otro ciclo.

$$S = \frac{T * Pd * P1 * Rll}{10.7 * PBV}$$

Ecuación 2.21. Cálculo de la capacidad de arranque en pendiente
(Cevallos, 2017, p.27)

Dónde:

S = Capacidad de arranque. [%]

T = Torque máximo del motor. (Nm)

Pd = Relación de paso del diferencial. [s/u]

P1 = Relación de paso de la primera velocidad. [s/u]

Rll = Revoluciones por kilómetro de la llanta.

PBV = Peso bruto vehicular. [kg]

2.3.8.5 Capacidad de ascenso

Es la capacidad de superar caminos que se encuentran en pendientes con el vehículo a plena carga.

$$G = \frac{37,5 * Pr}{PBV * 10^{-3} * Va}$$

Ecuación 22. Capacidad de ascenso
(Cevallos, 2017, p.27)

Dónde

G = Habilidad de ascenso en pendiente [%]

Pr = Potencia de reserva [kW]

PBV = Peso bruto vehicular [kg]

Va = Velocidad aparente [km/h]

2.3.8.6 Potencia de reserva

Además de la capacidad de arranque en pendientes que debe tener el vehículo, es importante considerar una fuerza adicional para afrontar los diferentes tipos de resistencia que puede presentar ante las condiciones físicas que se oponen a la marcha vehicular. Mediante esta fórmula se hace una sumatoria de todas las condiciones externas y se resta de la potencia nominal.

$$Pr = P - (Prr + Pra + Pri)$$

Ecuación 2.23. Potencia de reserva
(Cevallos, 2017, p.27)

Dónde

P = Potencia del motor [kW]

P_{rr} = Potencia para vencer la resistencia al rodamiento [kW]

P_{ra} = Potencia para vencer la resistencia aerodinámica [kW]

P_{ri} = Potencia para vencer la resistencia de inercia [kW]

2.3.8.7 Potencia para vencer la resistencia al rodamiento

Es la potencia que el motor debe generar para poder vencer la resistencia al rodamiento, el cual es una condición física normal que se presenta en todo sistema dinámico sometido a fricción. Se manifiesta como una fuerza de sentido opuesto al del movimiento. En el caso de los vehículos automotrices, esta resistencia se manifiesta en el contacto entre las ruedas y la calzada, es dependiente del peso bruto vehicular y la velocidad aparente.

$$P_{rr} = Va \cdot (7.69 \cdot Va) \left(\frac{PBV * 10^{-3}}{375} \right)$$

Ecuación 24. Potencia para vencer la resistencia al rodamiento
(Cevallos, 2017, p.27)

2.3.8.8 Potencia para vencer la resistencia aerodinámica

Este factor constituye la potencia necesaria que debe generar el motor para vencer las fuerzas debidas al rozamiento entre las moléculas del aire y la carrocería del vehículo. Este factor es dependiente del ancho del vehículo, la altitud geográfica y la velocidad aparente.

Este factor es comparable con el coeficiente aerodinámico vehicular que para el caso de automóviles puede oscilar entre 0.2 y 0.3, debido a su diseño, es decir el consumo de potencia debido a este factor es muy bajo.

$$P_{ra} = [0.002 * Va^3 * (h - 0.75)(w)] \left(\frac{fa}{375} \right)$$

Ecuación 25. Potencia para vencer la resistencia aerodinámica
(Cevallos, 2017, p.27)

2.3.8.9 Factor de altitud

La altitud geográfica constituye la distancia entre el punto de geo localización vehicular y el nivel del mar. Entre menor sea la altura geográfica, habrá una mayor concentración de gases y partículas en la atmosfera, lo cual dificulta la marcha vehicular debido a factores aerodinámicos, por otra parte, entre mayor sea la altitud, habrá una menor concentración de oxígeno en el aire, el cual provocará una baja de rendimiento en el motor.

$$fa = \left(-2464.71 \times 10^{-8} \cdot \frac{msnm}{0.3048} \right) + 9873.53 \times 10^{-4}$$

Ecuación 2.26. Factor de altitud

(Cevallos, 2017, p.27)

2.3.8.10 Potencia para vencer la inercia

Este factor constituye la potencia necesaria que debe generar el motor para vencer la inercia del reposo. Según la tercera ley de Newton todo cuerpo que se encuentra en reposo o con movimiento rectilíneo uniforme, es decir con aceleración cero está en estado de inercia, este valor es dependiente de la masa vehicular.

$$Pri = (nM \cdot PBV) + nB$$

Ecuación 2.27. Potencia para vencer la inercia

(Cevallos, 2017, p.27)

Dónde:

h = Altura geográfica donde va a trabajar el vehículo [m]

w = Ancho del vehículo [m]

nM, nB = Coeficientes de ajuste para la potencia

2.3.8.11 Velocidad aparente

Es la velocidad lineal de desplazamiento en la rueda. Es un valor dependiente del diámetro exterior de la superficie de contacto de la rueda, las revoluciones del motor y todas las

desmultiplicaciones mecánicas que existen entre estos dos cuerpos, para el caso de automóviles solamente se consideran el diferencial y la caja de cambios.

$$Va = \frac{D \cdot rpm}{Pd \cdot Pt1 \cdot 336}$$

Ecuación 2.28. Velocidad aparente
(Cevallos, 2017, p.27)

Dónde:

D = Diámetro de la llanta [plg]

Rpm = velocidad angular del motor en revoluciones por minuto

Pd = Paso del diferencial [s/u]

Pt1 = Relación de primera marcha

2.3.8.12 La carga sugerida de la rueda (CRS)

Es un factor que ayuda a determinar la distribución de peso sobre cada una de las ruedas del vehículo. Depende únicamente del peso bruto vehicular.

$$CRS = \frac{PBV}{Nr}$$

Ecuación 29. La carga sugerida de la rueda (CRS)
(Cevallos, 2017, p.27)

Dónde:

PBV = Peso bruto vehicular [kg]

Nr = Número de ruedas del vehículo

2.3.8.13 Radio dinámico

Constituye el radio de la rueda, medido desde el centro del eje de rodadura, hasta el borde más exterior del neumático. Se considera una tolerancia del 10 % ante el posible desgaste del neumático, propio de la rodadura.

$$R_{din} = \frac{r_{in}}{2} + \frac{ar \cdot hr}{100} + tol_{rin}$$

Ecuación 2.30. Radio dinámico
(Cevallos, 2017, p.27)

Dónde:

R_{din} = radio dinámico [mm]

R_{in} = radio interno de rueda [mm]

Ar = ancho de rueda [mm]

hr = relación de aspecto [%]

tol_{rin} = tolerancia de deformación y desgaste + - 10 %

2.4 CRITERIOS DE STARTABILITY Y GRADEABILITY ACCEPTABLES

Se puede considerar como regla general, que para poder iniciar la marcha en una pendiente de inclinación $x\%$, la capacidad máxima de ascenso del vehículo, una vez que ha iniciado la marcha, deberá ser de $(x+5)\%$. Se deduce por tanto que la capacidad de arranque a plena carga óptima para la ciudad de Ibarra sería $(15 + 5)\%$ es decir 20% sería aceptable.

2.3.9 GRADEABILITY CAPACIDAD DE ASCENSO

Es la capacidad de un automotor para ascender una pendiente, y mantener la velocidad en la misma marcha, dicha capacidad es mejor aplicada o usada para el cálculo y dimensionamiento de vehículos todo terreno, vehículos de carga o de construcción etc. Por

así decirlo expresa una medida del compromiso entre una pendiente específica y el peso bruto vehicular. Para calcular se expresa la siguiente formula:

$$G = (37.5 \cdot Pr) / (PBV \cdot 10^{-3} \cdot Va)$$

Ecuación 2.31. Gradeability capacidad de ascenso
(Cevallos, 2017, p.27)

Dónde:

G = Habilidad de ascenso en pendiente (gradeability)

Pr = Potencia de reserva

Va = Velocidad aparente

Pr está definido por:

$$Pr = P - (Prr + Pra + Pri)$$

Dónde:

P = Potencia del Motor

Prr = Potencia para vencer la resistencia al rodamiento

Pra = Potencia para vencer la resistencia aerodinámica

Pri = Potencia para vencer la resistencia de inercia

Se definen los siguientes parámetros de estas ecuaciones:

$$Prr = Va \cdot (7.69 \cdot Va)(PBV \cdot 10^{-3} / 375)$$

$$Pra = [0.002 \cdot Va^{-3} \cdot (h - 0.75)(w)](fa / 375)$$

Dónde:

h = Altura del vehículo

w = Ancho del vehículo

fa = Factor de altitud

$$fa = (-2464.7110^{-8} \cdot a) + 9873.5310^{-4}$$

$$Pri = (nM \cdot PBV) + nB$$

Dónde:

n_M, N_b = Coeficientes de ajuste para la potencia

$$V_a = (D \cdot r.p.m.) / (P_d \cdot P_{t1} \cdot 336)$$

Dónde

D = Diámetro de la llanta

r.p.m. = Régimen del motor en potencia máxima

2.3.10 STARTABILITY (CAPACIDAD DE ARRANQUE)

Es la capacidad de arranque en pendiente, que desarrolla un automotor, es decir la pendiente máxima en la que el vehículo puede iniciar su marcha sin menospreciar su desempeño, esta se puede expresar en porcentajes. Para calcular la capacidad de arranque se utiliza la siguiente ecuación.

$$S = (T_m \cdot P_d \cdot P_{t1} \cdot R_v) / (10.7 \cdot P_{BV})$$

Ecuación 2.32. Startability (capacidad de arranque)
(Cevallos, 2017, p.27)

Dónde:

S = Capacidad de arranque en pendiente (startability)

T_m = Torque máximo del motor

P_d = Paso del diferencial

P_{t1} = Paso de la Transmisión en la primera velocidad

R_v = Revoluciones de la llanta

P_{BV} = Peso Bruto Vehicular

2.4 METODOLOGÍA

Cada uno de los parámetros es un paso para determinar el motor adecuado para la implementación de la nueva flota de taxis futura, los cuales son necesarios para cumplir con el objetivo de la investigación, principalmente medimos o dimensionamos mostrando graficas resultantes - en función de los datos obtenidos, de cada uno de los modelos seleccionados, para así posteriormente poder realizar la respectiva interpretación de datos resultantes tanto estadísticos como numéricos. Para el desarrollo de la metodología de los motores M.E.P., se ha concluido el siguiente diagrama de procesos, para una mejor

interpretación este se define en seis etapas, cada etapa subdesarrollada con sus respectivos procesos, tal como se plantea a continuación. En la figura 2.29 se puede apreciar que se empieza con la caracterización del parque automotor, seguido de la obtención de las especificaciones técnicas del vehículo, por consiguiente, se analiza los nuevos modelos de la futura flota, para así de forma respectiva realizar pruebas en el dinamómetro, seguido se realiza los cálculos de capacidad de ascenso, arranque.

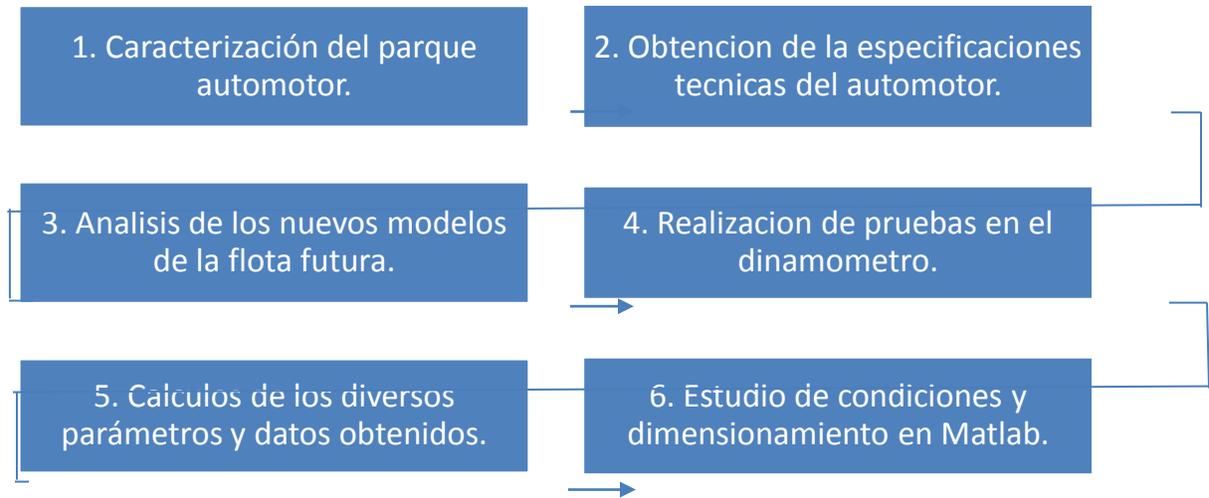


Figura 2.29. Flujograma de procesos

En la figura 2.29 se determina, el proceso para la realización del proyecto una serie de investigaciones tanto de campo como de aula, las cuales, ayuden a determinar la cantidad y también el porcentaje que es necesario para lograr una armonía entre eficiencia y ahorro, en lo que a consumo de combustible se refiere, además de la reducción de gases efecto invernadero que emite cada uno de los taxis de la ciudad al funcionar día a día brindando el servicio. Por lo que posteriormente se obtuvo datos acerca del número exacto de taxis que circulan dentro de la ciudad de Ibarra, MOVILDELNOR empresa pública, fue el ente el cual facilitó la información requerida para la recopilación de datos para el cálculo de los distintos parámetros establecidos para cada condición del software, es decir cilindrada, potencia, torque, peso, dimensiones, capacidad de ascenso, capacidad de arranque, coeficientes de fricción, relación de transmisión, relación de marcha y muchos más.

CAPITULO III

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

Este capítulo consiste en la recopilación de información además de un análisis, sobre cada uno de los datos numéricos, estadísticos y referenciales, mencionando cada uno de los taxis urbanos y ejecutivos existentes en la ciudad de Ibarra, ya que este proyecto se enfoca en la optimización del consumo de gasolina en los motores de cada uno de los motores, teniendo también en cuenta que los factores económicos y contaminantes serian reducidos de manera significativa, es necesario el uso de información comparativa en general.

La información de referencia fue encontrada en la base de datos de la Agencia Nacional de Transito conjuntamente con MOVILDELNOR E.P, organismos que facilitaron dichos datos, tanto para el numero de cooperativas existentes, como para el numero activo de socios, unidades, modelos, características técnicas, calibraciones de taxímetros y tarifas de cobro de las unidades que se encuentran circulando en las calles de la ciudad. Como recurso informativo para el sobredimensionamiento de las unidades se debió utilizar la estructura geográfica y el mecanismo de las encuestas a los dueños de las unidades de taxis.

3.1.1 CARACTERIZACION DEL PARQUE AUTOMOTOR, TOMADO COMO REFERENCIA LA FLOTA DE UNIDADES DE TAXIS ACTUAL

Como anteriormente se mencionó, gracias a MOVILDELNOR E.P. se solicitó la respectiva información sobre el número de cooperativas vigentes en la ciudad de Ibarra, por consiguiente, resultó un total de 46 cooperativas de taxis urbanos con 863 unidades habilitadas, por otra parte 13 cooperativas de servicio ejecutivo con 382 unidades habilitadas, dando así una resultante de 1245 taxis de servicio, existentes en la ciudad de Ibarra.

3.1.2 CLASIFICACIÓN POR MARCAS Y MODELOS EN LAS COOPERATIVAS DE TAXIS

En la tabla 3.6 se desglosa la clasificación la cual se la realizó de forma general, es decir los taxis urbanos y ejecutivos unidos, por marca modelo y número de unidades

Tabla 3.6. Clasificación por marcas

Marca	Modelo	Cilindrada	Unidades	Porcentaje
CHEVROLET	Aveo Family/Chevitaxi	1500 cc	76	6,38%
	Aveo Activo	1600cc	135	11,33%
	Sail	1500cc	68	5,70%
	Aveo Emotion	1600cc	17	1,43%
	Corsa Evolution	1800cc	11	0,92%
	Optra	1400cc	4	0,34%
	Corsa	1400cc	4	0,34%
	Esteem	1600cc	1	0,08%
HYUNDAI	Accent	1600cc	83	6,96%
	Accent	1400cc	72	6,04%
	Getz	1400cc	7	0,59%
	Accent	1500cc	15	1,26%
	Matrix	1600cc	3	0,25%
	Elantra	1400cc	2	0,17%
NISSAN	Sentra B13	1600cc	241	20,22%
	Tiida	1600cc	19	1,59%
	Almera	2000cc	18	1,51%
	Sentra B15	1800cc	2	0,17%
	Versa	1600cc	1	0,08%
KIA	Rio Xcite	1400cc	141	11,83%
	Rio Stylus	1500cc	45	3,78%
	Rio R	1400cc	25	2,10%
	Rondo	2400cc	2	0,17%
	Station	2000cc	1	0,08%
	Forte	1600cc	18	1,51%
SKODA	Fabia	1400cc	7	0,59%
	Octavia	1400cc	1	0,08%
CITROEN	C-Elysée	1600cc	2	0,17%
GEAT WALL	Volex	1600cc	23	1,93%
MAZDA	Alegro	1600cc	13	1,09%
	Mazda 3	1600cc	0	0,00%
RENAULT	Logan	1600cc	39	3,27%
TOYOTA	Yaris	1500cc	2	0,17%
	Corolla	1800cc	2	0,17%
LIFAN	LF7 160L1	1400cc	2	0,17%
FORD	Fiesta	1600cc	2	0,17%
PEUGEOT	XS Cinc	1400cc	1	0,08%
VOLKSWAGEN	Gol- Santana	1800cc	4	0,34%

Como resultado de la información, recopilada, se puede deducir de forma rápida que existe una preferencia de parte de los propietarios de las unidades en adquirir como compañeros de trabajo a marcas de renombre, pero en especial los mismos se deciden por marcas más comunes en el Ecuador como son Chevrolet, Kia, Hyundai y Nissan, siendo estas las marcas que más vida útil de servicio tengan a lo largo del servicio público brindado.

3.1.3 CARACTERIZACION PREFERENCIAL DEL PARQUE AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE IBARRA POR MARCAS

En la siguiente tabla la cantidad de vehículos existentes por preferencia de marca, es clasificada y ordenada por cantidades y porcentajes. Apreciando las resultantes de la siguiente manera: Chevrolet con 34%. Nissan con 23%, Kia con 19%, Hyundai con 16%, Renault con 3 %, Great Wall con 2%, Skoda con 1% y las demás marcas restantes con un promedio de un 0.50% y 0,25% respectivamente.

Tabla 3.7. Clasificación según la Marca

Marca	Unidades	Porcentaje%
Chevrolet	425	33,97%
Nissan	289	23,10
Kia	241	19,26%
Hyundai	196	15,67%
Renault	39	3,12%
Great Wall	25	2,00%
Skoda	8	0,96%
Toyota	4	0,64%
Volskwagen	4	0,64%
Citroen	2	0,32%
Ford	2	0,16%
Lifan	2	0,16%
Peugeot	1	0,08%

En la tabla 3.7 se puede observar de forma resumida, que la gran mayoría de propietarios de las unidades de taxis, eligen como marca líder a Chevrolet la misma que abarca 425

unidades, logrando así sobrepasar a las demás marcas también con un renombre internacional muy importante.

3.1.4 TOMA DE MUESTRA DE LOS TAXIS SEGÚN EL MODELO MAS USADO

Es necesario tomar una muestra de los vehículos más populares elegidos por los dueños de las unidades, según el modelo ya que, para el presente estudio, metodológicamente se escogerá cinco vehículos, para lograr establecer una relación de flota de vehículos pasados que mantengan un promedio de 1400 c.c. y 1600 c.c. vs una flota de vehículos futuros los cuales conlleven en su interior motores de 1000c.c. hasta 1300 c.c.

Tabla 3.8. Unidades Seleccionadas para la Muestra

Muestras para Estudio	Cilindrada	Unidades
Sentra B 13	1600 c.c.	249
Aveo Chevitaxi	1500 c.c.	190
Río Xcite	1400c.c.	137
Aveo Activo	1600 c.c.	136
Accent	1600 c.c.	125

En la tabla 3.8 se puede verificar que el Nissan Sentra es el modelo más utilizado por los propietarios de los taxis, ya que el mismo cuenta con un gran stock de repuestos y partes de recambio, y por ultimo con 125 unidades se puede observar que el modelo Hyundai Accent es el menos ocupado por los propietarios ya que es un modelo nuevo que esta entrando en el país, y se está dando a conocer su manera de trabajar y resistir al paso del tiempo.

3.1.4.1 Especificaciones técnicas Nissan – Sentra b13

En la tabla 3.9 se expresa las especificaciones del automotor se desglosa en la ficha técnica, es un vehículo utilitario de procedencia mexicana, el cual costa con un sistema de inyección convencional y muy eficiente, ya que el mismo viene incorporado con un motor doble árbol de levas twin cam con 16 válvulas las cuales ayudan a mantener una correcta eficiencia de combustible, es de encendido electrónico alimentado por una bobina de 12 volts, por lo cual

el motor libera 110 Hp de potencia, con un rendimiento de combustible de 43,2 km/gl dentro de la ciudad y 56 km/gl en carretera, en sistemas de seguridad activa y pasiva de los ocupantes frente a un siniestro, se lleva la calificación de cero estrellas frente a lo que nos propone la Latin NCAP, según la ANT el vehículo cumple con las condiciones respectivas para alcanzar a ser un vehículo de servicio comercial.

Tabla 3.9. Especificaciones Nissan Sentra B13

Especificación Técnica			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Desplazamiento[c.c.]	1597	1. Marcha	3,333
Nº. Cilindros	4	2. Marcha	1,955
N . Válvulas	16	3. Marcha	1,286
Potencia[Kw @rpm]	78,29 @ 6000rpm	4. Marcha	0,926
Torque[Nm @rpm]	138,3 @ 4000	5. Marcha	0,773
Relación Compresión	9,5 : 1	Reversa	3.417
Diametro x carrera [mm]	76 x 88	# dientes cono	17
Peso bruto vehicular [kg]	1332	# dientes corona	70
Tanque Combustible [l]	50	Neumáticos	175/70/13

3.1.4.2 Especificaciones técnicas Chevrolet – Aveo chevitaxi

En la tabla número 3.10 se expresa cada una de las características del automóvil. Este automotor es muy popular entre los propietarios de las unidades ya que cuenta con un interior muy amplio, designado para cinco pasajeros, además de tener acoplado un motor SOHC E. TEC II con 1500 c.c. de 8 válvulas, el cual rinde 40 km/ gl dentro de la ciudad y 55 km/ gl en carretera, dicho vehículo posee un sistema de inyección básico con un sistema de encendido por disparo alimentado por una bobina de chispa perdida Dis alimentado con 12 volts. El Chevitaxi cuenta con una calificación de cero estrellas en seguridad pasiva y activa, propuesto por la Latin NCAP.

Tabla 3.10. Especificaciones del Chevrolet Aveo Chevitaxi

Especificación Técnica			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Desplazamiento[c.c.]	1598	1. Marcha	3,545
N°. Cilindros	4	2. Marcha	1,952
N . Válvulas	8	3. Marcha	1,276
Potencia[Kw @rpm]	61,89 @ 5600rpm	4. Marcha	0,971
Torque[Nm @rpm]	127 @ 3000	5. Marcha	0,763
Relación Compresión	9,5 : 1	Reversa	3,944
Diametro x carrera [mm]	76,5 x 81,5	# dientes cono	16
Peso bruto vehicular [kg]	1455	# dientes corona	68
Tanque Combustible [l]	45	Neumáticos	185/60/14

3.1.4.3 Especificaciones técnicas Chevrolet – Aveo activo

En la tabla 3.11 se detalla las características técnicas de automóvil. Básicamente el Aveo Activo es muy similar al Aveo Chevitaxi, pero este viene equipado con un motor de cuatro cilindros, equipado con 16 válvulas, de igual manera viene con un sistema común de inyección electrónica, además en sus versiones más completas este ofrece un paquete de aire acondicionado, vidrios eléctricos y bloqueo central. El índice de eficiencia se ve reflejado en el mejoramiento del consumo de combustible, el cual tiene un rendimiento de combustible de 43.5 km/gl en ciudad y 56.3 km/gl en carretera.

Tabla 3.11. Especificaciones del Chevrolet Aveo Activo

Especificación Técnica			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Desplazamiento[c.c.]	1598	1. Marcha	3,545
N°. Cilindros	4	2. Marcha	1,952
N . Válvulas	16	3. Marcha	1,276
Potencia[Kw @rpm]	76,8 @ 6000rpm	4. Marcha	0,971
Torque[Nm @rpm]	135 @ 3600	5. Marcha	0,763
Relación Compresión	9,5 : 1	Reversa	3,333
Diámetro x carrera [mm]	79 x 81,5	# dientes cono	16
Peso bruto vehicular [kg]	1535	# dientes corona	68
Tanque Combustible [l]	45	Neumáticos	185/60/14

3.1.4.4 Especificaciones técnicas del Hyundai – accent 1,4

En la tabla 3.11 se define las características de este vehículo, es procedente del grupo Hyundai – Kia el cual cuenta con un motor de 1400 c.c. con 16 válvulas, que rinde 44,8 km/ gl dentro de la ciudad y 59,2 km/ gl muy eficiente al momento de ahorrar combustible, además cuenta con un sistema de dirección controlada electrónicamente (EPS) así como vidrios eléctricos y bloqueo central. La calificación de impacto muestra una resultante de 3 estrellas en protección de los ocupantes y 2 estrellas en protección de peatones, eso lo convierte en un vehículo medianamente seguro. Además, el consumo de combustible se promedia en 44.1 km/gl dentro de la ciudad y 58.2 km/gl en carretera

Tabla 3.12. Especificaciones del Hyundai Accent 1,4

Especificación Técnica			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Desplazamiento[c.c.]	1399	1. Marcha	3,615
Nº. Cilindros	4	2. Marcha	2,053
N . Válvulas	16	3. Marcha	1,370
Potencia[Kw @rpm]	72,33 @ 6000rpm	4. Marcha	1,031
Torque[Nm @rpm]	125 @ 4700	5. Marcha	0,837
Relación Compresión	9,6 : 1	Reversa	3.583
Diámetro x carrera [mm]	75,5 x 78,1	# dientes cono	16
Peso bruto vehicular [kg]	1630	# dientes corona	85
Tanque Combustible [l]	46	Neumáticos	185/65/14

3.1.4.5 Especificaciones técnicas del kia – rio xcite 1,4

En la tabla 3.13 se procede a reconocer la especificaciones técnica del vehículo, este proviene de la sociedad de las grandes marcas Hyundai – Kia, contiene en su interior un motor de 1400 c.c. con un sistema DOHC con 16 válvulas, este viene con un rendimiento de 44,q km/ gl dentro de la ciudad y 58,2 km/ gl en la carretera, al contrario de su compañero el Accent este cuenta con un sistema de dirección hidráulica no electrónica , las dimensiones de la carrocería relativamente son menores en comparación con otras presentes en el mercado, su nivel de seguridad cuenta con cuatro estrellas para el conductor

y tres estrellas para los ocupantes. Este vehículo cuenta con versión con y sin airbag dependiendo el país de destino del automotor.

Tabla 3.13. Especificaciones del Kia – Rio Xcyte 1,4

Especificación Técnica			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Desplazamiento[c.c.]	1399	1. Marcha	3,615
N°. Cilindros	4	2. Marcha	2,053
N . Válvulas	16	3. Marcha	1,370
Potencia[Kw @rpm]	72,33 @ 6000rpm	4. Marcha	1,031
Torque[Nm @rpm]	125 @ 4700	5. Marcha	0,837
Relación Compresión	9,6 : 1	Reversa	3.583
Diámetro x carrera [mm]	75,5 x 78,1	# dientes cono	16
Peso bruto vehicular [kg]	1630	# dientes corona	85
Tanque Combustible [l]	46	Neumáticos	185/65/14

3.1.4.5 Obtención de curvas de potencia y torque

Normalmente el fabricante obtiene datos acerca del motor a partir de pruebas y da como resultado tres curvas características, estas las realizan a todos los vehículos antes de su comercialización, los valores principales que obtienen son: par, potencia y consumo específico, todas en función del régimen de giro del motor. Según la aplicación y el tipo de conducción, las curvas características, definen el comportamiento del vehículo en el terreno. Las curvas de potencia y torque son obtenidas a través de un dinamómetro del CCICEV Centro de Capacitación e Investigación para las Emisiones Vehiculares, dentro de la EPN Escuela Politécnica Nacional, el cual consta de las siguientes características en su software.

Presenta una medición de potencia dinámica continua y estática discreta, simula carga con revoluciones, fuerza de tracción y velocidad constante, simula pruebas con visualización de tacómetro, simula marchas, evaluación de diagramas de potencia a través de función de cursor, cronómetro para medir aceleraciones entre marcas de velocidad, carga y guarda diagramas de potencia, importa y exporta datos, perfiles de simulación e incorpora impresión A4 en diagrama y tabla (Haldenwang, 2015).

3.1.5 ANALISIS DE LAS PENDIENTES DE LA CIUDAD DE IBARRA

Para el análisis de los valores de pendiente se toma como referencia algunos puntos arbitrarios en distintos sectores dentro del perímetro de la ciudad de Ibarra en vista que los taxis no tienen ruta fija para llegar a su destino.

Como se indica en la figura 30. Para el cálculo de pendiente es necesario conocer el punto 1 y el punto 2 en metros sobre el nivel del mar, con la ayuda de un GPS, los puntos están separados por una distancia “a” de 100 metros, la diferencia de alturas entre el punto 2 menos el punto 1 da como resultado la distancia “c”, por medio de la ecuación de Pitágoras se halla el valor de “b”. Finalmente se establece el valor pendiente con la siguiente ecuación:

$$Pendiente = \frac{c}{b} * 100\%$$

Ecuación 3.33. Análisis de las pendientes de la ciudad de Ibarra
(Salazar & Ochoa, 2018, p.37).

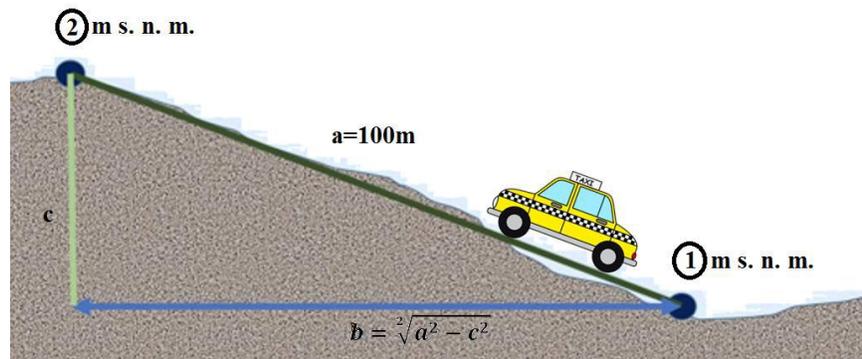


Figura 30. Análisis pendientes
(Salazar & Ochoa, 2018, p.37).

Como se puede observar en la tabla 14, el valor más alto de pendiente corresponde a Azaya con un valor de 20 % m a una altura sobre el nivel del mar entre 2248 – 2268 msnm, seguidamente en el sector del Tejar, San Cristóbal y 19 de enero con una pendiente de 18 %, se establece la siguiente tabla. (Salazar & Ochoa, 2018, p.37).

Tabla 14. Análisis pendientes

Localización	msnm	c [m]	b [m]	% pendiente
Arcángel	2360	13	99,15	13,11
Atahualpa	2240	4	99,92	4,00
Azaya	2248	20	97,98	20,41
Caranquí	2290	10	99,50	10,05
Imbaya	2065	8	99,68	8,03
El retorno – Plaza de Toros “La Candelaria”	2293	11	99,39	11,07
El Tejar	2361	18	98,37	18,30
La Florida	2208	5	99,87	5,01
Milagro	2199	5	99,87	5,01
Olivo – Panamericana y Av. 17 de Julio	2320	15	98,87	15,17
Olivo –Av. Carchi	2180	7	99,75	7,02
San Antonio de Ibarra	2344	12	99,28	12,09
San Cristóbal	2630	18	98,37	18,30
San Francisco	2339	12	99,28	12,09
19 de Enero	2482	18	98,37	18,30

3.1.6 PROCEDIMIENTO PARA EL LEVANTAMIENTO DE DATOS

Para realizar el levantamiento de datos de este estudio se sigue varios pasos los cuales se despliegan a continuación:

3.1.6.1 Cálculo del número de seguimientos

Para realizar el cálculo de la muestra se toma en consideración el número de población (N) el total de taxis ejecutivos y convencionales se inicia con un total de 779 unidades entre los cinco modelos más utilizados para este servicio, de las cuales se toma un índice de error del 0.05%, un nivel de confianza de 1.96 el cual es el 95% y la probabilidad de que suceda o no es del 0.5, tal como se detalla en la Tabla 3.9 y resuelto en la Ec. 3.1. (Salazar & Ochoa, 2018, p.37).

$$n = \frac{N \cdot \sigma^2 \cdot Z^2}{(N-1) \cdot E^2 + \sigma^2 \cdot Z^2}$$

$$n = \frac{779 * (0,5)^2 * (1,96)^2}{(779 - 1) * (0,05)^2 + (0,5)^2 * (1,96)^2}$$

$$n = \frac{748,15}{2,9054}$$

$$n = 257 \text{ TAXIS}$$

Después de aplicar la fórmula y obtener el resultado, es evidente que se tiene que realizar las encuestas y los estudios a 257 unidades de taxis en la ciudad de Ibarra, los mismos que ya anteriormente se encuentran clasificados en un grupo de 5 modelos los más utilizados por el usuario (Salazar & Ochoa, 2018, p.37).

3.1.6.2 Consumo instantáneo del vehículo

Los consumos instantáneos del vehículo se dividen en: función al modelo del vehículo o en comparación con los estados de conducción, los mismos que se van a detallar individualmente a continuación:

3.1.6.3 Consumo instantáneo por estados en función del modelo vehicular

Se presenta la Tabla 3.15 de consumos de combustible por estados en función del modelo del vehículo, con ello se logra determinar que auto tiene mayor y menor consumo de combustible en base a los consumos instantáneos (Salazar & Ochoa, 2018, p.37).

Tabla 3.15. Consumos Instantáneos de las Pruebas

Modelo	Ralentí [mg/s]	Crucero [mg/s]	Aceleración [mg/s]	Desaceleración [mg/s]	Total [mg/s]
Accent	124,67	272,00	317,86	143,83	858,36
Sentra	147,33	331,01	348,96	157,9	985,2
Activo	173,95	274,89	467,55	211,56	1127,95
Chevitaxi	117,11	262,72	338,97	153,38	872,18
Rio Xcite	81,22	259,64	330,86	149,71	821,43

Como resultado de los consumos de combustible instantáneo en base al modelo del vehículo se logra observar que el vehículo Chevrolet Aveo activo presenta un mayor consumo de combustible en sus estados de conducción con 1127.95 mg/s, luego se tiene que el vehículo Nissan Sentra presenta un consumo de 246.30 mg/s, esto indica una diferencia de consumo del 13 % en referencia al primero, ya que estos dos autos presentan la misma cilindrada de 1600 cc; seguido está el vehículo Chevrolet Chevy taxi con un motor de 1500 cc y un consumo de 872.18 mg/s que implica una diferencia del 23% en comparación al vehículo Aveo Activo. En penúltimo lugar se tiene al vehículo Hyundai Accent con 858.36 mg/s y una diferencia del 24% con respecto al que mayor consumo tiene que es el Chevrolet Aveo Activo, cuenta con un motor de 1600 cc, el cual indica ser superior en rendimiento, en par motor y potencia como se indica en las gráficas 4.1 y 4.2 respectivamente; por último, se tiene el Kia Rio Xcite con un consumo de 821.43 mg/s con diferencia del 27 % al vehículo que más consume y tan solo con un motor de 1400 cc, dando como resultado ser el vehículo con más ahorro económico según los datos que se ha logrado obtener mediante la realización de las pruebas piloto.

3.1.6.4 Consumo promedio mediante encuestas

En la tabla 16 se propone una estadística de los resultados arrojados por las encuestas tomando en cuenta el valor de los consumos de combustible promedio diario en galones vs cada uno de los modelos de los vehículos seleccionados, valores con los que se estima el rendimiento del motor de cada taxi en base a las encuestas realizadas a los conductores de los taxis de la ciudad de Ibarra, estos tienen un kilometraje promedio de 206.17km diarios para cada uno.

Tabla 16. Consumo Promedio Encuestas

Modelo	Consumo [gl/ día]
Activo	5,79
Chevitaxi	4,99
Rio Xcite	4,93
Sentra	4,69
Accent	4,61

Según el resultado obtenido a partir de las encuestas realizadas a los conductores de los taxis, los cuales indican un resultado de consumo de combustible mayor en el modelo del vehículo Chevrolet Activo, mismo que tiene un rendimiento de 5.79 gl por día; en segunda instancia se tiene al vehículo Chevrolet Chevytaxi con una diferencia de 5% y 4.99 gl por día; en tercer lugar con una diferencia del 19% se encuentra el vehículo Kia Rio Xcite con 4.93 gl por día; en penúltimo se encuentra el Nissan Sentra con una diferencia del 21% y un rendimiento de 4.69gl por día; finalmente se encuentra el vehículo Hyundai Accent como el más económico con 4.61gl por día y con la diferencia del 22% con respecto al vehículo que consume más.

3.1.6.5 Consumo promedio en estado de conducción normal

En esta parte del análisis se compara el consumo promedio estimado generado por los taxis y el consumo de combustible simulado con una conducción eficiente de referencia, con esto se pretende dimensionar el consumo de combustible innecesario consumido por los motores de los taxis y la manera de conducir de los señores, así para poder mostrar un estimado de los porcentajes ideales para una conducción eficiente. En la Tabla 3.17 se detalla el promedio de los porcentajes de los estados de conducción por modelo de vehículo, datos obtenidos a partir de los 257 seguimientos realizados a los conductores de los taxis preseleccionados.

Tabla 3.17. Estado de conducción normal

Modelo	Porcentajes			
	Ralentí	Crucero	Aceleración	Desaceleración
Accent	35%	16%	25%	24%
Activo	35%	16%	25%	23%
Chevytaxi	34%	16%	25%	23%
Sentra	34%	15%	26%	24%
Rio Xcite	31%	17%	27%	24%

Luego de haber determinado el tiempo real de trabajo de los señores taxistas y los porcentajes promedios de cada modelo, se procede con la estimación del consumo diario, semanal, mensual y anual de cada modelo seleccionado, para poder realizar esta estimación se usa la ecuación general del consumo de combustible (Salazar, 2018). Con el tiempo de trabajo diario de cada unidad.

Con esto se procede a encontrar el consumo estimado diario actual de cada uno de los modelos seleccionados para este estudio, se llega a obtener el consumo en las unidades de galones diarios, semanales, mensuales y anuales.

Tabla 3.18. Consumo de combustible flota actual

Consumo por Periodo de Tiempo	Activo	Sentra	Chevitaxi	Rio Xcite	Accent
Consumo [gl/día]	5,36	5,22	5,08	5,01	4,55
Consumo [gl/semana]	32,16	31,32	30,48	30,06	27,3
Consumo[gl/mes]	128,64	125,28	121,92	120,24	109,2
Consumo [gl/año]	1543,68	1503,36	1463,04	1442,88	1310,4

En la Tabla 3.18 se tiene el consumo estimado de Chevrolet Activo 1600 cc es el más elevado en comparación con los otros modelos de vehículos, genera un consumo estimado diario de 5.36 gl. El consumo diario estimado de un Nissan Sentra 1600 cc es uno de los más elevados después del Chevrolet Activo, este consumo difiere en un 3 % ya que su motor presenta una mejora en su motor, con un valor promedio diario de 5.22 gl.

Se puede observar que para el caso del consumo diario estimado Chevrolet Chevy taxi 1500cc se encuentra en el rango intermedio de consumo de combustible, en comparación con el modelo de Chevrolet Activo existe una diferencia del 5 %, con un consumo estimado diario de 5.08 gl. El consumo diario estimado para el Kia Rio Xcite 1400 cc ocupa el penúltimo lugar con una estimación de 5.01 gl, esto es gracias a que su motor trae similares avances tecnológicos al igual que el Hyundai Accent dando una diferencia del 11 % entre estos dos modelos y con una diferencia del 7 % en cuanto al modelo de Chevrolet Activo. Para el caso del Hyundai Accent 1600 cc, es el vehículo con un consumo estimado diario de 4.55 gl, con lo cual da una diferencia del 15 % con respecto al vehículo que más

consume cual es el Chevrolet Activo y así éste llega a ser el vehículo que menos consumo de combustible genera gracias a los avances tecnológicos que presenta su motor.

3.2 PROPUESTA DEL PARQUE AUTOMOTOR PARA IMPLEMENTACIÓN DE FUTURAS UNIDADES, TOMADO COMO REFERENCIA VEHICULOS DE BAJA CILINDRADA Y EFICIENCIA DE COMBUSTIBLE ALTA.

Varios factores influyen en el uso e introducción de nuevos vehículos con motores más pequeños y eficientes, pero la finalidad es la misma obtener muchos más kilómetros con mucho menos combustible y reducir costos de inversión para los autos que son destinados para el servicio público, además de reducir de forma significativa las grandes cantidades de agentes contaminantes que directamente son dirigidos hacia la atmósfera. Para ello se ha realizado un estudio previo de los nuevos modelos lanzados por las diversas marcas comerciales, y se logró escoger cinco modelos como posibles candidatos para la utilización de unidades de taxis futuras, el modelo de selección, se basó en diversos tópicos, tales como: modelos compactos de 5 puertas, motores de cilindrada baja relativamente inferior a los 1300cc, automotores con bajos índices de consumo de combustible, modelos relativamente económicos frente a las unidades de taxis utilizadas actualmente, cabe mencionar que los repuestos automotrices de las unidades futuras son más económicos y por el año que son fabricadas son más fáciles de importar y adquirir en cualquier proveedor de repuestos automotrices que las unidades que actualmente transitan en la ciudad, ya que ciertas casas comerciales son un tanto exigentes en el stock que demandan, y por una breve asesoría que se realizó se logró determinar que las marcas automotrices comerciales en la ciudad de Ibarra no cuentan con un stock total de repuestos para automóviles y camionetas del año de fabricación 2014 para abajo, es decir solo cuentan con un stock total en repuestos originales solo para los automóviles del 2015 en adelante.

3.2.1 TOMA DE MUESTRA DE LAS POSIBLES FUTURAS UNIDADES PAR EL USO DE TAXIS CONVENCIONALES O EJECUTIVOS DE LA CIUDAD

Considerando las tasas de importación y las leyes ecuatorianas existentes en la actual posición en la que se encuentra el país se logró elegir modelos ya presentes en el Ecuador con un índice de importación considerable, además de por los menos de tener tres años de comercialización con sus vehículos en el mercado ecuatoriano, por supuesto con respaldo en lo que a repuestos se refiere, para así lograr un equilibrio entre beneficio y aceptación de parte del usuario final.

Tabla 3.19. Posibles futuras unidades de taxi

Muestras para Estudio	Cilindrada	Año de Fabricación
Chevrolet Spark GT	1200 c.c.	2015
Kia Picanto R	1200 c.c.	2015
Chevrolet Spark life	1000c.c.	2018
Hyundai Grand i10	1200 c.c.	2016
Citroën C - Elysée	1600 c.c.	2017

En la Tabla 3.19 se puede apreciar que los modelos seleccionados son relativamente nuevos y con poco kilometraje, con desgaste de partes internas del motor relativamente bajos y con los respectivos índices de potencia como torque prácticamente con los que entrega la planta ensambladora eso nos ayuda a obtener cálculos y estudios tanto reales en parámetros teóricos vs prácticos.

Otra de las particularidades en la selección es la adopción de modelos de hasta los 1200cc por motivos de mejora en el consumo de combustible y eficiencia del motor, tal como se plantea al inicio del proyecto, pero no obstante con una gran excepción del Citroën C-Elysee de cilindraje 1600cc, que no entraría en la lista, pero este posee una particularidad muy importante, el consumo promedio del antes mencionado es excelente específicamente casi se acerca 1gl / 85 km en carretera y 1,8gl 78 km en la ciudad. Estos valores son un promedio de un estudio, tanto de valores establecido por la casa comercializadora, encuestas y estudios realizados al auto en un lapso de tiempo, a 2800 metros sobre el nivel del mar, específicamente en la ciudad de Quito con una temperatura de 15°C.

3.2.1.1 Especificaciones técnicas Chevrolet Spark GT

En la tabla 3.20 se explica cada una de las especificaciones técnicas del Chevrolet Spark GT de 1 200 cc, las cuales son brindadas por cada una de las casas comerciales, además de características preseleccionadas tales como: potencia, torque, peso bruto vehicular, relaciones de las distintas marchas, medidas de los neumáticos, peso buro vehicular, relación final, todos estos datos son necesarios para la utilización y procesamiento de parámetros establecidos como datos para verificación de sobredimensionamiento en el programa Matlab.

Tabla 3.20. Especificaciones Técnicas Spark GT 1200cc

Especificación Técnica			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Desplazamiento[c.c.]	1206	1. Marcha	3,539
Nº. Cilindros	4	2. Marcha	1,864
Nº. Válvulas	16	3. Marcha	1,242
Potencia[Kw @rpm]	59,04 @ 6500rpm	4. Marcha	0,974
Torque[Nm @rpm]	99,74 @ 4200rpm	5. Marcha	0,780
Relación Compresión	9,8 : 1	Reversa	3.385
Diametro x carrera [mm]	69,7 x 79	# dientes cono	16
Peso bruto vehicular [kg]	1368	# dientes corona	68
Tanque Combustible [l], [gl]	35 l , 9.2 gl	Neumáticos	165/65/R14

Este es un auto compacto, pero ya muy popular entre los usuarios ya que cuenta con un espacio interior, destinado para cinco ocupantes los cuales puedan viajar cómodos. Viene incorporado con un motor DOHC con 1200 c.c. con 80,5 hp de potencia a 6400 rpm de 16 válvulas, el cual rinde 61 km/ gl en la ciudad y 70 km/ gl en carretera, conlleva un sistema de inyección básico E- Tec con un sistema de encendido por disparo, alimentado por una bobina Dis de 12 volts. A esto se suman paquetes tecnológicos tales como: doble airbag, sistema de frenos ABS, dirección electro asistida, GPS con pantalla incorporada de 7 pulgadas y Mp3 y Aux.

Además de tener un precio final ya incluido I.V.A. muy aceptable, y muy razonable, en relación al costo actual, de cada una de las unidades de taxis actuales.

3.2.1.2 Especificaciones técnicas Kia Pícano

En la tabla 3.21 se explica cada una de las especificaciones técnicas del Kia Picanto R, de 1 200cc, las cuales son brindadas por cada una de las casas comerciales, además de características preseleccionadas tales como: potencia, torque, peso bruto vehicular, relaciones de las distintas marchas, medidas de los neumáticos, peso buro vehicular, relación final, todos estos datos son necesarios para la utilización y procesamiento de parámetros establecidos como datos para verificación de sobredimensionamiento en el programa Matlab.

Tabla 21. Especificaciones Técnicas Picanto R 1200cc

Especificación Técnica			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Desplazamiento[c.c.]	1248	1. Marcha	3,545
Nº. Cilindros	4	2. Marcha	1,895
Nº. Válvulas	16	3. Marcha	1,192
Potencia[Kw @rpm]	52.61 @ 6100rpm	4. Marcha	0,909
Torque[Nm @rpm]	88,77 @ 4700rpm	5. Marcha	0,719
Relación Compresión	10,5 : 1	Reversa	3.636
Diametro x carrera [mm]	71 x 84	# dientes cono	16
Peso bruto vehicular [kg]	1400	# dientes corona	68
Tanque Combustible [l], [gl]	35 l , 9.2 gl	Neumáticos	165/60/R14

Este auto, está diseñado para uso de ciudad por el índice de consumo de combustible bajo cuenta con avances tecnológicos de eficiencia, como: un sistema CVVT DUAL(control de válvulas variables en el tiempo), además de un cuerpo de aceleración electrónico. El diseño permite que cinco ocupantes puedan viajar cómodos. Es autopropulsado por un motor 1200 c.c. CVVT DUAL con 70,56 hp de potencia a 6100 rpm de 16 válvulas, el cual rinde 60 km/ gl dentro de la ciudad y 75 km/ gl en carretera, además el vehículo posee un sistema de inyección multipunto. A esto se suman paquetes tecnológicos tales como: doble airbag, sistema de frenos ABS, dirección electro asistida, gps con pantalla incorporada de 7 pulgadas.

3.2.1.3 Especificaciones técnicas spark life 1000cc

En la tabla 3.22 se explica cada una de las especificaciones técnicas del Chevrolet Spark LIFE de 1 000 cc, las cuales son brindadas por cada una de las casas comerciales, además de características preseleccionadas tales como: potencia, torque, peso bruto vehicular, relaciones de las distintas marchas, medidas de los neumáticos, peso buro vehicular, relación final, todos estos datos son necesarios para la utilización y procesamiento de parámetros establecidos como datos para verificación de sobredimensionamiento en el programa Matlab.

Tabla 22. Especificaciones Técnicas Spark LIFE 1000cc

Especificación Técnica			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Desplazamiento[c.c.]	995	1. Marcha	3,416
Nº. Cilindros	4	2. Marcha	1,950
Nº. Válvulas	8	3. Marcha	1,280
Potencia[Kw @rpm]	44,31 @ 6100rpm	4. Marcha	0,971
Torque[Nm @rpm]	81,39 @ 4700rpm	5. Marcha	0,757
Relación Compresión	9,3 : 1	Reversa	3.272
Diametro x carrera [mm]	68,5 x 67,5	# dientes cono	16
Peso bruto vehicular [kg]	1230	# dientes corona	68
Tanque Combustible [l], [gl]	35 l , 9.2 gl	Neumáticos	155/65/R13

El Spark LIFE STD es un diseño versátil destinado para moverse en la ciudad, cuenta con un interior exclusivo para cinco personas. Equipado con un motor 1000 cc SOHC equipado con 8 válvulas y con tecnología (S-Tec) Smart Tec, con inyección multipunto secuencial, el cual brinda unos 59,42hp de potencia a 5700 rpm así posteriormente tener un consumo promedio de 59 km/ gl dentro de la ciudad y 73 km/ gl en carretera, acoplado a una caja manual de cinco velocidades más reversa. Cuenta con sistema de frenos ABS y dirección hidráulica y en algunas versiones con un sistema de aire acondicionado.

3.2.1.4 Especificaciones Hyundai Grand i10

En la tabla 23 se explica cada una de las especificaciones técnicas del Hyundai grand i10 de 1 200 cc, las cuales son brindadas por cada una de las casas comerciales, además de características preseleccionadas tales como: potencia, torque, peso bruto vehicular, relaciones de las distintas marchas, medidas de los neumáticos, peso buro vehicular, relación final, todos estos datos son necesarios para la utilización y procesamiento de parámetros establecidos como datos para verificación de sobredimensionamiento en el programa Matlab.

Tabla 23. Especificaciones Técnicas Grand i10

Especificación Técnica			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Desplazamiento[c.c.]	1250	1. Marcha	3,545
Nº. Cilindros	4	2. Marcha	1,894
Nº. Válvulas	16	3. Marcha	1,192
Potencia[Kw @rpm]	64,35 @ 6600rpm	4. Marcha	0,853
Torque[Nm @rpm]	110,5 @ 4700rpm	5. Marcha	0,719
Relación Compresión	10,5 : 1	Reversa	3.272
Diametro x carrera [mm]	71x 84	# dientes cono	16
Peso bruto vehicular [kg]	1430	# dientes corona	68
Tanque Combustible [l], [gl]	35 l , 9.2 gl	Neumáticos	165/65/R14

El Hyundai Grand i10 diseño potente y versátil, incorporado con un motor 1250cc DOHC equipado con 16 válvulas y con tecnología dual CVVT, con inyección multipunto con 86,29 hp de potencia a 6600 rpm el cual rinde 62 km/ gl dentro de la ciudad y 78 km/ gl en carretera, acoplado a una caja manual de cinco velocidades más reversa. Cuenta un sistema de dirección electro asistida, frenos ABS, doble airbag tanto como para conductor como para el pasajero, en algunas versiones con un sistema de aire acondicionado incluido GPS. Además de tener un precio final ya incluido I.V.A. muy aceptable, y muy razonable, en relación al costo actual, de cada una de las unidades de taxis actuales.

3.2.1.5 Especificaciones Citroën C-Elyse

En la tabla 24 se explica cada una de las especificaciones técnicas del Citroën C. Elysee de 1 600 cc, las cuales son brindadas por cada una de las casas comerciales, además de características preseleccionadas tales como: potencia, torque, peso bruto vehicular, relaciones de las distintas marchas, medidas de los neumáticos, peso buro vehicular, relación final, todos estos datos son necesarios para la utilización y procesamiento de parámetros establecidos como datos para verificación de sobredimensionamiento en el programa Matlab.

Tabla 24. Especificaciones Técnicas Citroën C-Elyse 1600cc

Especificación Técnica			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Desplazamiento[c.c.]	1587	1. Marcha	3,413
Nº. Cilindros	4	2. Marcha	1,949
Nº. Válvulas	16	3. Marcha	1,357
Potencia[Kw @rpm]	77,25 @ 6000rpm	4. Marcha	1,054
Torque[Nm @rpm]	133,2 @ 4300rpm	5. Marcha	0,854
Relación Compresión	11 : 1	Reversa	3.584
Diametro x carrera [mm]	77x 85,5	# dientes cono	16
Peso bruto vehicular [kg]	1660	# dientes corona	68
Tanque Combustible [l], [gl]	50 l, 13.2 gl	Neumáticos	185/65/R15

El Citroën C-Elysee en comparación con los demás ejemplos es un considerado un automóvil grande ya que su espacio interior es muy bien aprovechado, incorporado con un motor 1598cc DOHC equipado con 16 válvulas y con tecnología VTI (Inyección de Sincronización y Elevación de Válvula Variable) este sistema es capaz de aumentar 8 y 9 CV y reducir consumos de 29% y 24%, con respecto a otros motores de igual cilindrada, por esta razón es que fue tomado en cuenta como elección ya que cuenta con 103,6 hp de potencia a 6000 rpm el cual rinde con 58 km / gl y 68 km / gl, lo cual para su cilindrada son cifras aceptables que manejan una reducción en el consumo de combustible. Viene acoplado con una caja de cinco velocidades y marcha atrás, además del paquete tecnológico que incluye doble airbag y sistema de dirección electro asistida.

3.2.2 CONSUMO PROMEDIO MEDIANTE ENCUESTAS

Como se realizó anteriormente se propone una estadística de la cifras resultantes arrojadas mediante el sistema de encuestas, presentando un formato que conlleva en su interior, un serie de preguntas que determinan la cantidad de combustible promedio en galones, que consume el automóvil además del costo en dólares de cada tanqueada realizada además del intervalo de repeticiones con las que cargan de combustible, cada uno de los dueños de los vehículos encuestados, en cada respuesta se reflejaran los valores con los que se estima el rendimiento del motor en base a kilometraje, o a su vez en base al recorrido diario realizado por el dueño del automóvil.

Tabla 25. Consumo Promedio Encuestas Flota Futura

Modelo	Consumo [gl/ día]
Chevrolet Spark GT	3,90
Kia Picanto R	3,60
Chevrolet Spark LIFE	4,00
Hyundai Grand i10	3,85
Citroën C-Elysée	3,98

En la tabla 25 se encuentran ya tabulados todos los datos obtenidos por la encuesta, que se le aplico a los dueños de los automotores, el mismo que se resume de la siguiente manera: el porcentaje mayor de consumo de combustible es para el modelo del vehículo Chevrolet Spark LIFE mismo que tiene un rendimiento de 4.00 gl por día; continuando con los resultados se tiene como segundo lugar al vehículo Citroën C-Elysée con una diferencia de 5% y 3,98 gl por día; en tercer lugar con una diferencia del 20% se encuentra el vehículo Chevrolet Spark GT con 3,90 gl ; en penúltimo se encuentra el Hyundai Grand i10 con una diferencia del 31% y un rendimiento de 3,85 gl ; finalmente se encuentra el Kia Picanto R como el vehículo más económico con 3,60gl por día y con la diferencia del 46% con respecto al Spark Life que aparentemente es el vehículo que más consume.

3.2.2.1 Consumo promedio de la flota futura en estado de conducción normal

En este literal se comprende un análisis comparativo del consumo promedio estimado informado por cada uno de los dueños de los automóviles además del consumo de combustible simulado con una conducción eficiente de referencia, con esta acción se pretende dimensionar el índice de consumo de combustible innecesario absorbido innecesariamente por los motores de los autos preseleccionado además sin mencionar la forma de conducción que tiene cada persona, frente a cada situación del diario vivir que se le presente, de esta manera se puede citar un estudio respaldado para una conducción eficiente. En la Tabla 3.26 se detalla el promedio de los porcentajes de los estados de conducción por modelo.

Tabla 3.26. Estado de conducción normal flota futuro

Modelo	Porcentajes			
	Ralentí	Crucero	Aceleración	Desaceleración
Chevrolet Spark GT	35%	14%	28%	23%
Kia Picanto R	35%	14%	28%	23%
Chevrolet Spark Life	32%	17%	26%	25%
Hyundai Grand i10	34%	15%	26%	24%
Citroën C- Elysee	31%	17%	27%	24%

Como lo hicimos anteriormente luego de revisar los porcentajes de tiempo real de uso del vehículo pre seleccionado además de los porcentajes promedios de cada modelo, lo consiguiente es develar la estimación del consumo diario, semanal, mensual y anual de cada modelo seleccionado, para poder realizar esta estimación se aplica la ecuación general del consumo de combustible (Salazar & Ochoa, 2018). Con el tiempo de trabajo diario de cada unidad. Lo que resta es saber el consumo estimado diario actual de cada uno de los automotores utilizados en la presente investigación, el resultado se puede interpretar de la siguiente manera: consumo general de los vehículos en formato de galones: diarios, semanales, mensuales y anuales.

3.2.2.2 Consumo de Combustible Flota Futura

En la Tabla 27 se puede apreciar ya los valores de consumo estimado cada uno de los modelos, se simuló que los vehículos preseleccionados ya estén operando como taxis en la ciudad de Ibarra para lo cual se estableció el parámetro anterior de la encuesta de partir de un punto de referencia que son los 225 kilómetros que realiza un taxi a diario en su recorrido habitual, realizado dentro de la ciudad por todos los puntos de la misma.

Tabla 27: Consumo de Combustible Flota Futura

Consumo por Periodo de Tiempo	Spark GT	Picanto R	Spark life	Grand i10	C- Elysee
Consumo [gl/día]	3,50	3,55	3,64	3,45	3,70
Consumo [gl/semana]	21,00	21,33	21,84	20,70	22,2
Consumo[gl/mes]	84,00	85,2	87,36	82,8	88,88
Consumo [gl/año]	1000,8	1022,4	1048,3	993,6	1065,6

Claramente esta cifra es una media de la toma de la muestra sobre los automóviles a los cuales se le realizó el estudio, por consiguiente, se establecerá un análisis comparativo entre los consumos diarios, Citroën C-Elysee 1600 cc es el auto con consumo elevado, en comparación con el resto de los otros vehículos, genera un consumo estimado diario de 3,70 gl / día. El consumo estimado del Chevrolet Spark LIFE 1000cc, se encuentra en los 3,64 gl / día, difiere en un 6% ya que su motor es de mucha menor cilindrada que el primero, además de ser más pequeño y liviano.

El consumo estimado del Kia Picanto R de 1200cc se encuentra en el rango intermedio de consumo de combustible, presenta un consumo de 3,55 gl / día y sobrellevándose un 20% del primero, este cambio se logra gracias a que en su interior conlleva una tecnología CVVT, y un encendido muy eficiente.

El consumo diario del Chevrolet Spark GT de 1200 cc ocupa el penúltimo lugar con una estimación de 3,50 gl / día, alejándose del primero con un 32% esto se hace posible gracias al equipamiento y tecnología de su motor E-Tec el cual conlleva también en su interior un

sistema VVT, además de ser un vehículo muy liviano y versátil en lo que a distribución de peso se refiere.

Para el último caso el Hyundai Grand i10, es el vehículo con menor consumo estimado diario de 3.45 gl / día, con lo cual da una diferencia del 42% con respecto al vehículo que más consume ósea el C-Elysee. Todo este ahorro se le responsabiliza al sistema CVVT del i10 además de los cuidados que a empleado el fabricante para reducir los índices de contaminación además de tener un sistema de admisión y encendido muy bueno, lo cual se traduce en resultados.

3.2.3 COMPARACIÓN DE CONSUMOS FLOTA ACTUAL Y FLOTA FUTURA

A continuación, se puede apreciar la comparación final que se realizó en función del consumo de combustible por galones, se toma muy en cuenta como antes ya se había mencionado el estado de una flota actual vs una flota futura, en diversos escenarios es decir consumos diarios, semanales, mensuales y finalmente consumos anuales

Tabla 3.27. Comparación de consumo

Consumo	Consumo	Flota Actual	Consumo	Flota Futura
Diario [gl]	5,04	6 274,80	3,57	4 444,65
Semanal [gl]	30,24	37 648,80	21,42	26 567,9
Mensual [gl]	120,96	150 595,20	85,68	106 671,6
Anual [gl]	1 451,52	1,807 142,40	1 028,16	1,280 321,60

En la ilustración de la tabla 28 se realiza una comparativa anterior se puede apreciar y a la vez concluir, que existe una clara diferencia en el consumo de galones de combustible, tanto de la flota actual como la posible flota futura de forma precisa se verifica, que si se logra realizar un cambio de flota de taxis esta alcanzaría un ahorro total de 526 820 galones anuales, 43 923,6 galones mensuales, además de 11 081,2 galones semanales y un

total de 1 830 galones diarios, estos establecidos en un valor promedio de 1245 taxis existentes en la flota actual tomados como referencia para todos los cálculos realizados durante el proyecto.

3.2.4 COSTO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN DÓLARES

Para lograr notar una diferencia de parámetros de la flota actual de taxis vs la flota futura propuesta, es necesario realizar una comparación que se encuentre fundamentada bajo los costos de inversión que realiza el dueño de cada unidad, al momento de terminar o a su vez iniciar la jornada de trabajo.

3.2.4.1 Costo de Consumo de Combustible de la Flota Actual en Dólares

Para cumplir con el requerimiento se debe verificar cada uno de estos consumos los cuales se los ordeno de la misma manera esquemática: galones consumidos por unidades, en el caso diario, semanal, mensual y anual por valores totales por además por el total de la flota existente en la ciudad y todo esto expresado en dólares americanos. También se puede apreciar el valor total del subsidio para cada caso. Recientemente se realizó un cambio en los valores establecido por el gobierno sobre la comercialización del combustible, y este se estableció de la siguiente manera la gasolina extra o eco país de USD 1,48 a USD 1,85 por galón, el precio del galón de la gasolina súper paso de USD 2,10 a USD 2,98 por galón.

Tabla 3.28. Costo de Consumo Flota Actual

Periodo de tiempo	Promedio estimado	Total de flota	Valor en dólares \$	Subsidio \$
Diario	5,04 gl	6 274,80 gl	\$11 608,38	\$8.470,98
Semanal	30,24 gl	37 648,80 gl	\$69 650,28	\$50.825,88
Mensual	120,96 gl	150 595,20 gl	\$278.601,12	\$203.303,52
Anual	1451,52 gl	1,807,142,4 gl	\$3.343.213,44	\$2.439.641,70

En la tabla 29 se puede apreciar la diferencia en dólares del valor total con el subsidio establecido por el gobierno y en la otra casilla con el valor total sin el subsidio en dólares, teniendo así una diferencia de 3 137.40 dólares diarios, 18 824.40 dólares semanales, 75 297.60 dólares mensuales y finalmente 903 571.74 dólares anuales.

3.2.4.2 Costo de Consumo de Combustible de la Flota Futura Propuesta en Dólares

En la Tabla 30 se puede realizar la comparación final que se estableció en función del consumo de combustible por galones, tomando en especial atención en el ahorro del costo de galones al año, se toma muy en cuenta el valor promedio de consumo de la flota futura ya que es la base de todos los cálculos estadísticos.

Tabla 3.29. Costo de consumo flota futura propuesta

Periodo de tiempo	Promedio estimado	Total de flota	Valor en dólares \$	Subsidio \$
Diario	3,57 gl	4.44,65 gl	\$8.222,60	\$6.000,28
Semanal	21,42 gl	26.667,9 gl	\$49.335,61	\$36.001,67
Mensual	85,68 gl	106.571,6 gl	\$197.342,46	\$144.006,66
Anual	1.028,16 gl	1.280,059,2 gl	\$2.368,109,52	\$1.728.079,92

Finalmente se puede iniciar la comparación total en base al resultado de costo de galones anual, el cual estableció una diferencia en torno a la inversión que realiza cada conductor de la flota actual vs la flota futura propuesta y una resultante muy interesante es arrojada, ya que si se adopta la flota de taxis futura se tendría un ahorro de USD 975.103,92 de forma anual, USD 81.443,66 mensual, USD 20.34,67 de forma semanal y finalmente un total de USD3.547 a diario, es decir ese dinero podría ser un excedente de ganancia que le reste al dueño o del taxi por cada jornada de labor.

3.3 PRUEBAS EN MATLAB DEL ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL MOTOR Y DEL TREN DE POTENCIA

En el estudio del programa Matlab se ingresa todos los datos del automotor, es decir, especificaciones y características del mismo al software, se ejecuta el archivo “Programación análisis del tren de potencia”, para así luego desplegar la pantalla “Editor”, en el cual de forma automática el programa presenta las líneas de programación lo que nos resta es seleccionar en la barra de tareas la opción “run” o correr, para luego ejecutar el programa y realizar el ingreso previo de los datos de cada uno de los vehículos a estudiar respectivamente.

```
"INGRESE LOS PARÁMETROS GENERALES DEL VEHÍCULO"
- Peso Bruto Vehicular PBV [kg]: 1498
- Ancho del vehículo[m]: 1.495
- Altura del vehículo [m]: 1.670
- Número de ruedas del vehículo: 4
- Altitud sobre el nivel del mar de Ibarra[m]: 2220
- Velocidad reglamentaria de circulación ANT [km/h]: 50
- Pendiente máxima del terreno(sugerido 30%)[%]: 23.4
```

Figura 3.31. Parámetros generales

Como se muestra en la figura 30 los datos preliminares son generales se ingresan según la ficha técnica de las especificaciones, sin limitación alguna en cuanto a lo que nos indica los literales del reglamento de la ANT, en segunda instancia se cita a la velocidad de circulación dentro del perímetro urbano esta se encuentra establecida en 50 km/h, y por último se toma muy en cuenta la altura sobre nivel del mar a la que se encuentra la ciudad de Ibarra como se mencionó anteriormente es de 2220 m, y como una generalidad ya que se encuentra en un valor medio de las pendientes de la ciudad de Ibarra se toma valor de pendiente es del 23.4 %.

En la figura 31, posteriormente se siguen ingresados los datos del neumático basados en las especificaciones del fabricante o a su vez a los neumáticos que se encuentren colocados en ese momento el vehículo.

```

"INGRESE LOS DATOS DEL NEUMÁTICO"
- La carga mínima sugerida que debe soportar el neumático es: 374.5[Kg]
- Carga que soporta la rueda[kg]: 450
- Diametro interior [pulg]: 14
- Ancho de la rueda[mm]: 185
- Alto de la rueda[%]: 60
- Tolerancia radio dinámico(sugerido +10%)[%]: 0

```

Figura 3.32. Ingresados los datos del neumático

Un valor medio del índice de carga mínima es de IC 80 este es el encargado de soportar el peso bruto vehicular, pero según las especificaciones dicho índice soporta desde los 400 kg hasta los 450kg, este índice puede variar en relación a la medida del aro, porcentaje del perfil del neumático, además de alto y ancho del perfil, de forma parcial se considera al radio dinámico con un valor de cero, debido a que la Ant regula que la velocidad promedio dentro de la ciudad es de 50km/h. De forma seguida se ingresan los valores de la caja de cambios tal como nos indica la ficha técnica que nos brinda el fabricante.

```

"INGRESE LOS DATOS DE CAJA DE CAMBIOS"
- La capacidad de carga de la caja debe ser mayor a: 1498[Kg]
- Capacidad Carga Maxima[kg]: 1498
- Relación de 1ra marcha: 3.545
- Relación de última marcha: 0.763
- Capacidad Torsional[N.m.]: 127.4
- Número de marchas: 5

```

Figura 3.33. Datos de la caja de cambios manual

En la figura 32, Se ingresa los datos específico del fabricante el cual nos viene detallado en cada una de las fichas técnicas en la sección de transmisión existen las características de la caja, es importante recordar que la capacidad de carga de la caja siempre es mayor al Peso Bruto Vehicular PBV además de que la capacidad torsional de la caja en su gran mayoría debe ser más alta que el torque máximo originado por el motor, ya que de la misma depende que esta no sufra sobre esfuerzos o en último de los casos un sobrecalentamiento de la misma.

A continuación, en la figura 33 se ingresan los todos los datos del motor de acuerdo a la necesidad de la investigación y de la ficha técnica

```

"INGRESE LOS DATOS DEL MOTOR"
- La Potencia máxima sugerida para el motor es: 33.0801[Kw]
- El Torque máximo sugerido para el motor es: 115.1[N.m]
- Potencia máxima [KW]: 39.99
- Torque máximo [N.m]: 115.1
- Régimen del motor en potencia máxima[rpm]: 4400
- Régimen del motor en torque máximo[rpm]: 3100
- Régimen del motor para consumo mínimo de combustible[rpm]: 2500

```

Figura 3.34. Datos del Motor

En la figura 34, de forma anexa se ingresan los datos técnicos del diferencial, basados en la ficha del fabricante en la cual establece un número de dientes entre el cono y la corona para ello se dividen estos dos números, y se obtiene un coeficiente de relación final.

```

"INGRESE LAS RELACIONES DEL SISTEMA DIFERENCIAL"
- La relación del diferencial sugerida es: 7.7054
- Relación del diferencial: 4.25
- La capacidad mínima de carga sugerida para el diferencial es: 1498[Kg]
- Capacidad de carga del diferencial[kg]: 1498

```

Figura 3.35. Datos del sistema diferencial

Los datos del sistema diferencial hacen referencia que el máximo de una relación de transmisión es de 7.7054, de acuerdo a las especificaciones de la ficha técnica de cada modelo se elige la relación final que en este caso es 4.44 dicha relación varía de acuerdo a cada una de los modelos.

Ya una vez introducido todos estos datos requeridos el software se encarga de procesar la información y este resulta con los siguientes parámetros calculados:

- Velocidad Máxima
- Capacidad de Arranque
- Velocidad Aparente
- Potencia para vencer la Resistencia al Rodamiento
- Factor de Altitud
- Potencia para vencer la Resistencia Aerodinámica
- Potencia para vencer la Resistencia por Inercia
- Potencia de Reserva

- Capacidad de Ascenso

Los datos que nos interesan para el sobredimensionamiento y aceptación de la futura flota de taxis, son: la capacidad de arranque en pendiente, ya que ahí podemos observar que el vehículo efectivamente tiene la capacidad de partir de un punto en reposo con una capacidad de arranque correspondiente superior a la media que es 23.4%.

Los fabricantes especifican en las fichas técnicas del vehículo nos comparten una pendiente del 23.4%, de igual manera de demostrar la capacidad de ascenso cuando un automotor se encuentra en marcha (Cevallos, 2017).

3.3.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS DEL CHEVROLET SPARK GT 1200CC

En la figura 31 se puede apreciar que una, vez procesados los datos y gracias al software diseñado se pudo concluir, que el automóvil Chevrolet Spark GT, puede llegar a tener una velocidad máxima de 201.7 km/h, además tiene una excelente respuesta en capacidad de arranque con una capacidad de 59.78%, este va de la mano con el valor de capacidad de ascenso la cual es de 41.06% por encima del valor de la pendiente el cual se estableció en 23.4 %.

Tabla 3.30. Análisis de Parámetros Spark GT 1200cc

Parámetros Calculados	Spark GT 1200cc
Velocidad Máxima [km/h]	201.72
Capacidad de arranque [%]	59.78
Velocidad Aparente [km/h]	28.72
Potencia para vencer la resistencia al rodamiento [kW]	0.98501
Factor de Altitud	0.80541
Potencia para vencer la resistencia aerodinámica [kW]	0.40539

Potencia para vencer la resistencia por inercia [kW]	2.97
Potencia de reserva [kW]	43.93
Capacidad de Ascenso [%]	41.06

En la tabla 32 se hace referencia a los resultados del dimensionamiento del Chevrolet Spark GT de 1 200 cc, acerca de cada uno de los requerimientos y parámetros que debe cumplir cada uno de los posibles autos futuros, simulando en el software con condiciones de: medidas, pesos, altura, pendiente, velocidad, torque y potencia reales, recopilados como datos específicos de respaldo, recolectados en la investigación para lograr un resultado dependiente, lo más real posible, dicho resultado es posible en dos parámetros distintos, si el valor y la información es aceptable este arrojará “si” es decir si es apto para el uso como unidad posible futura, caso contrario este arrojará “no” la cual establece que la unidad no es apta para el uso o dimensionamiento para uso como unidad de taxi.

Tabla 3.31. Verificación de Datos Spark GT 1200cc

Verificación de Datos	Condición
Las ruedas soportan el peso del vehículo	SI
La caja soporta la carga generada por el peso del vehículo	SI
La Potencia del Motor es mayor o igual a la Potencia sugerida	SI
La caja de cambios soporta el Torque del Motor	SI
El diferencial soporta la carga generada por el peso del vehículo	SI
El paso diferencial es menor o igual al paso sugerido	SI
La Velocidad máxima del vehículo es mayor que Velocidad permitida+15km/h	SI

La Capacidad de Arranque(Startability) es mayor o igual a 23.4%]	SI
La capacidad de Ascenso(Gradeability) es mayor o igual a 28.4%	SI

3.3.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS DEL KIA PICANTO R 1200CC

En la figura 33 se muestra los datos recopilados y el software diseñado tuvieron una resultante, que el automóvil Kia Picanto R de 1 200 cc, puede llegar a tener una velocidad máxima de 204.8 km/h, además tiene una excelente respuesta en capacidad de arranque de 51.21%, este va de la mano con el valor de capacidad de ascenso la cual es de 30.78% por encima del valor de la pendiente el cual se estableció en 23.4 %.

Tabla 3.32. Análisis de Parámetros Kia Picanto 1200cc

Parámetros Calculados	Picanto 1200cc
Velocidad Máxima [km/h]	204.83
Capacidad de arranque [%]	51.21
Velocidad Aparente [km/h]	32.63
Potencia para vencer la resistencia al rodamiento [kW]	1.1723
Factor de Altitud	0.8054
Potencia para vencer la resistencia aerodinámica [kW]	0.5765
Potencia para vencer la resistencia por inercia [kW]	3.00
Potencia de reserva [kW]	38.28
Capacidad de Ascenso [%]	30.78

En la tabla 34 se hace referencia a los resultados del kia picanto R de 1 200 cc, acerca dimensionamiento de cada uno de los requerimientos y parámetros que debe cumplir cada uno de los posibles autos futuros, simulando en el software con condiciones de: medidas, pesos, altura, pendiente, velocidad, torque y potencia reales, recopilados

como datos específicos de respaldo, recolectados en la investigación para lograr un resultado dependiente, lo más real posible, dicho resultado es posible en dos parámetros distintos, si el valor y la información es aceptable este arrojará “si” es decir si es apto para el uso como unidad posible futura, caso contrario este arrojará “no” la cual establece que la unidad no es apta para el uso o dimensionamiento para uso como unidad de taxi.

Tabla 3.33. Verificación de Datos Kia Picanto R 1200cc

Verificación de Datos	Condición
Las ruedas soportan el peso del vehículo	SI
La caja soporta la carga generada por el peso del vehículo	SI
La Potencia del Motor es mayor o igual a la Potencia sugerida	SI
La caja de cambios soporta el Torque del Motor	SI
El diferencial soporta la carga generada por el peso del vehículo	SI
El paso diferencial es menor o igual al paso sugerido	SI
La Velocidad máxima del vehículo es mayor que Velocidad permitida+15km/h	SI
La Capacidad de Arranque(Startability) es mayor o igual a 23.4%]	SI
La capacidad de Ascenso(Gradeability) es mayor o igual a 28.4%	SI

3.3.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS DEL CHEVROLET SPARK LIFE 1000CC

En la tabla 35 se hace referencia los datos recopilados y el software diseñado tuvieron una resultante, que el automóvil Spark LIFE de 1 000 cc, que puede llegar a tener una velocidad máxima de 181.9 km/h, además tiene una excelente respuesta en capacidad de arranque con una capacidad de 56.25%, este va de la mano con el valor de capacidad de ascenso la cual es de 30.75% por encima del valor de la pendiente el cual se estableció en 23.4 %. Valor el

cual se propuso después de calcular un valor promedio de todas las pendientes de la ciudad de Ibarra, el mismo que se usa como referencia para todos los cálculos pertinentes.

Tabla 3.34. Análisis de Parámetros Spark LIFE 1000cc

Parámetros Calculados	Spark LIFE 1000cc
Velocidad Máxima [km/h]	181.9
Capacidad de arranque [%]	56.05
Velocidad Aparente [km/h]	31.11
Potencia para vencer la resistencia al rodamiento [kW]	0.9732
Factor de Altitud	0.80541
Potencia para vencer la resistencia aerodinámica [kW]	0.4043
Potencia para vencer la resistencia por inercia [kW]	2.83
Potencia de reserva [kW]	32.03
Capacidad de Ascenso [%]	30.75

En la tabla 36 se hace referencia a los resultados del dimensionamiento del Chevrolet Spark LIFE de 1 000 cc, acerca de cada uno de los requerimientos y parámetros que debe cumplir cada uno de los posibles autos futuros, simulando en el software con condiciones de: medidas, pesos, altura, pendiente, velocidad, torque y potencia reales, recopilados como datos específicos de respaldo, recolectados en la investigación para lograr un resultado dependiente, lo más real posible, dicho resultado es posible en dos parámetros distintos, si el valor y la información es aceptable este arrojará “sí” es decir si es apto para el uso como unidad posible futura, caso contrario este arrojará “no” la cual establece que la unidad no es apta para el uso o dimensionamiento para uso como unidad de taxi.

La particularidad de este modelo es notoria ya que a pesar de ser un modelo con un torque y cilindrada relativamente bajo, cumple con el dimensionamiento requerido para la geografía

de nuestra ciudad e inclusive el mismo se encuentra sobre dimensionado con un 5% de factor positivo.

Tabla 3.35. Verificación de Datos Spark Life 1000cc

Verificación de Datos	Condición
Las ruedas soportan el peso del vehículo	SI
La caja soporta la carga generada por el peso del vehículo	SI
La Potencia del Motor es mayor o igual a la Potencia sugerida	SI
La caja de cambios soporta el Torque del Motor	SI
El diferencial soporta la carga generada por el peso del vehículo	SI
El paso diferencial es menor o igual al paso sugerido	SI
La Velocidad máxima del vehículo es mayor que Velocidad permitida+15km/h	SI
La Capacidad de Arranque(Startability) es mayor o igual a 23.4%]	SI
La capacidad de Ascenso(Gradeability) es mayor o igual a 28.4%	SI

3.3.4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS DEL HYUNDAI GRAND I10 1200CC

En la tabla 37 se muestran todos los datos recopilados y el software diseñado tuvieron una resultante, que el automóvil Grand i10 con un motor de 1 200 cc, puede llegar a tener una velocidad máxima de 205.41 km/h, además tiene una excelente respuesta en capacidad de arranque con una capacidad de 62.13%, este va de la mano con el valor de capacidad de ascenso la cual es de 38.28% por encima del valor de la pendiente el cual se estableció en 23.4 %.

A relación con los demás modelos propuestos, este modelo es el más sobresaliente ya que con un torque y cilindrada común entre los demás modelos, cumple por mucho con el dimensionamiento requerido para la geografía de nuestra ciudad e inclusive el mismo se

encuentra sobre dimensionado con un 25% de factor positivo. Se podría decir que este modelo sería el preferido para ser usado como unidad de taxi, en un futuro no muy lejano, ya que los costos de operación e inversión, van aumentando cada día más al igual que el número de unidades.

Tabla 3.36. Análisis de Parámetros Hyundai Grand i10 1200cc

Parámetros Calculados	Grand i10 1200cc
Velocidad Máxima [km/h]	205.41
Capacidad de arranque [%]	62.13
Velocidad Aparente [km/h]	29.85
Potencia para vencer la resistencia al rodamiento [kW]	1.0775
Factor de Altitud	0.80541
Potencia para vencer la resistencia aerodinámica [kW]	0.4723
Potencia para vencer la resistencia por inercia [kW]	3.03
Potencia de reserva [kW]	44.49
Capacidad de Ascenso [%]	38.28

En la tabla 38 se hace referencia a los resultados del dimensionamiento del Hyundai Grand i10 de 1 200 cc, acerca de cada uno de los requerimientos y parámetros que debe cumplir cada uno de los posibles autos futuros, simulando en el software con condiciones de: medidas, pesos, altura, pendiente, velocidad, torque y potencia reales, recopilados como datos específicos de respaldo, recolectados en la investigación para lograr un resultado dependiente, lo más real posible, dicho resultado es posible en dos parámetros distintos, si el valor y la información es aceptable este arrojará “sí” es decir si es apto para el uso como unidad posible futura, caso contrario este arrojará “no” la cual establece que la unidad no es apta para el uso o dimensionamiento para uso como unidad de taxi.

Ya que cumple con exceso todos los parámetros establecidos por la simulación, del software, este automotor es el mejor considerado ya que todos los parámetros establecen si e inclusive con un porcentaje mayor a 23,4 %, estableció que “sí” es apto.

Tabla 3.37. Verificación de Datos Grand i10 1200cc

Verificación de Datos	Condición
Las ruedas soportan el peso del vehículo	SI
La caja soporta la carga generada por el peso del vehículo	SI
La Potencia del Motor es mayor o igual a la Potencia sugerida	SI
La caja de cambios soporta el Torque del Motor	SI
El diferencial soporta la carga generada por el peso del vehículo	SI
El paso diferencial es menor o igual al paso sugerido	SI
La Velocidad máxima del vehículo es mayor que Velocidad permitida+15km/h	SI
La Capacidad de Arranque(Startability) es mayor o igual a 23.4%]	SI
La capacidad de Ascenso(Gradeability) es mayor o igual a 29.3%	SI

3.3.5 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS DEL CITROËN C-ELYSEE 1600CC

En la tabla 39 se exponen, los datos recopilados y el software diseñado tuvieron una resultante, que el automóvil Citroën C-Elysee, puede llegar a tener una velocidad máxima de 185.4 km /h además tiene una excelente respuesta en capacidad de arranque con una capacidad de 58.20%, este va de la mano con el valor de capacidad de ascenso la cual es de 38.45% por encima del valor de la pendiente el cual se estableció en 23.4 %. Cada uno de los valores son satisfactorios ya que de manera efectiva se cumplen los requerimientos, a pesar de que este vehículo, se encuentra equipado con una cilindrada de 1 600 cc, por pruebas realizadas se determinó, que el mismo tiene un consumo no mayor al 15% que los demás modelos estudiados anteriormente, por cual es un auto utilitario de gran potencia, pero de muy bajo consumo de combustible, tanto en carretera y mucho más todavía en la ciudad, ya que el mismo cuenta con una diversidad de tecnología, que lo hace eficiente.

Tabla 3.38. Análisis de Parámetros Citroën C-Elysee 1600cc

Parámetros Calculados	C-Elysee 1600cc
Velocidad Máxima [km/h]	185.41
Capacidad de arranque [%]	58.20
Velocidad Aparente [km/h]	33.24
Potencia para vencer la resistencia al rodamiento [kW]	1.4213
Factor de Altitud	0.80541
Potencia para vencer la resistencia aerodinámica [kW]	0.73521
Potencia para vencer la resistencia por inercia [kW]	3.27
Potencia de reserva [kW]	57.77
Capacidad de Ascenso [%]	38.45

En la tabla 40 se hace referencia a los resultados del dimensionamiento del Citroën C-Elysee 1600cc, acerca de cada uno de los requerimientos y parámetros que debe cumplir cada uno de los posibles autos futuros, simulando en el software con condiciones de: medidas, pesos, altura, pendiente, velocidad, torque y potencia reales, recopilados como datos específicos de respaldo, recolectados en la investigación para lograr un resultado dependiente, lo más real posible, dicho resultado es posible en dos parámetros distintos, si el valor y la información es aceptable este arrojará “sí” es decir si es apto para el uso como unidad posible futura, caso contrario este arrojará “no” la cual establece que la unidad no es apta para el uso o dimensionamiento para uso como unidad de taxi.

Estableciendo una relación con los demás modelos propuestos, este modelo es el más potente de toda la flota futura ya que cuenta, con un torque y cilindrada muy por arriba entre los demás modelos estudiados, cumple por mucho con el dimensionamiento requerido para la geografía de nuestra ciudad e inclusive el mismo se encuentra sobre dimensionado con un 35% de factor positivo.

Tabla 3.39. Verificación de Datos Citroën C-Elysee 1600cc

Verificación de Datos	Condición
Las ruedas soportan el peso del vehículo	SI
La caja soporta la carga generada por el peso del vehículo	SI
La Potencia del Motor es mayor o igual a la Potencia sugerida	SI
La caja de cambios soporta el Torque del Motor	SI
El diferencial soporta la carga generada por el peso del vehículo	SI
El paso diferencial es menor o igual al paso sugerido	SI
La Velocidad máxima del vehículo es mayor que Velocidad permitida+15km/h	SI
La Capacidad de Arranque(Startability) es mayor o igual a 23.4%]	SI
La capacidad de Ascenso(Gradeability) es mayor o igual a 29.3%	SI

3.4 ANÁLISIS DE RENDIMIENTO EN PENDIENTE MÁXIMA.

Se observa que en la tabla 41, que el rendimiento de cada uno de los automóviles en el parámetro denominado, análisis en la pendiente, se lo realiza en base al factor de pendientes más pronunciada que tiene la ciudad de Ibarra, la más pronunciada corresponde al barrio de Azaya ubicada en la parte Sur de la ciudad, con un 20% de pendiente.

Tabla 3.40. Análisis de rendimiento en pendiente máxima

Modelo	Cap. de ascenso máx. m %	Pendiente en Azaya 20%	Marcha en la que cumple ascenso	Sobre dimensionado m%
Picanto R	37%	Cumple	1ra y 2da Marcha	17%
Grand i10	45%	Cumple	1ra y 2da Marcha	25%
Spark Life	28%	Cumple	1ra Marcha	5%
Spark GT	35%	Cumple	1ra y 2da Marcha	15%
C- Elysee	65%	Cumple	2da y 3ra Marcha	35%

3.4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS MOTORES DE LOS VEHÍCULOS

En la tabla 42 se muestra el rendimiento de combustible y la emisión de CO₂. Donde podemos apreciar que el más alto rendimiento de combustible es para el vehículo Hyundai Accent de cilindrada 1 600cc con un valor de 8, 23 (km/L) en 100 kilómetros y mostrando un índice de emisión de CO₂ con un valor de 189 (g/km). Destacándose, así como el vehículo que más agentes contaminantes envía día a día hacia la atmosfera.

Tabla 3.41. Emisiones efecto invernadero por flota actual

Cantidad	Modelo	Rendimiento Ciudad (km/l) Cada 100km	Emisión CO ₂ (g/km)	Emisión CO ₂ por el num. de vehículos en ocho horas (Ton)
136	Chevrolet Aveo Activo	8,81	202	6,01
249	Nissan Sentra B13	8,58	197	11,12

125	Hyundai Accent	7,48	172	4,50
190	Chevrolet Aveo Family	8,35	192	6,38
137	Kia Rio 1.4	8,23	189	3,75

De forma directa se realiza un análisis, usando la información recopilada, anteriormente para definir una tasa gases de emisión que de forma diaria se dirige hacia la atmosfera, y por la cual nuestro planeta se muestra afectado por los cambios climáticos. Los valores antes presentados se rigen a una norma de contaminación, tanto nacional como internacional.

En la tabla 43 se muestra el rendimiento de combustible y la emisión de CO₂. Donde podemos apreciar que el más alto rendimiento de combustible es para el vehículo Hyundai Grand i10 de cilindrada 1 200cc con un valor de 5, 67 (km/L) en 100 kilómetros y mostrando un índice de emisión de CO₂ con un valor de 130 (g/km).

Tabla 3.43. Emisiones efecto invernadero por flota futura

Modelo	Rendimiento Ciudad (km/l) Cada 100km	Emisión CO₂ (g/km)
Chevrolet Spark GT	5,75	132,5
Kia Picanto R	5,83	134,4
Chevrolet Spark Life	5,98	137,8
Hyundai Grand i10	5,67	130,6
Citroën C-Elysee	6,08	140,1

Se puede observar directamente que se realizó un análisis, usando la información recopilada, y calculando valores de contaminación de acuerdo a una variable de conversión

de litros igual a g CO₂ / km., El estudio determino los valores de contaminación de todos los vehículos en general son muy bajos de acuerdo con lo que estipulan los valores que se rigen a una norma de contaminación, tanto nacional como internacional.

Tabla 3.42. Emisiones contaminantes Kia Rio 1.4

Marca	Modelo	Rendimiento Ciudad (km/l)	Emisión CO ₂ (g/km)	Emisión CO ₂ por el num. de vehículos en ocho horas (Ton)
Hyundai	Grand i10	9,7	90	15,90

3.4.2 Agentes de Efecto Invernadero presentes en la combustión

Las emisiones vehiculares particularmente son la principal causa de las emisiones de hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), y óxidos de nitrógeno, los cuales tienen un impacto ambiental muy fuerte, afectando así de manera directa a la capa de ozono.

3.5 Propuesta Normativa

Gracias a la investigación previamente realizada, se logró determinar que la Resolución de la Comisión Nacional de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial CNTTSV, en el capítulo I, artículo 5 establece que los vehículos designados para el transporte de pasajeros en taxi con servicio convencional y servicio ejecutivo, resoluciones números: 172-DIR-2010- CNTTSV y 072 –DIR-2010-CNTTTSV del 21 de abril del 2010, establece que los automóviles sedan o station wagon desde 1 300 cc. Con capacidad de cinco personas incluido el conductor. El espacio de carga debe tener una capacidad mínima de 0,4 metros cúbicos.

En la cual se puede establecer una reforma en la misma ya que gracias a la investigación realizada, se pudo dimensionar y demostrar que los autos con un motor de cilindraje menor a 1 300 cc si son viables, para realizar el transporte de pasajeros en taxi y este lo puede hacer de manera de taxi de servicio convencional, o a su vez como servicio ejecutivo sin ningún problema ya que queda demostrado que cada uno de los vehículos son

perfectamente dimensionados, para circular dentro de la estructura geográfica de la ciudad de Ibarra. Y con ello lograr una posible derogación de dicha característica, que de forma teórica si un automóvil de 1 200 cc desea convertirse en vehículo de servicio este prácticamente no lo podría llevar a cabo, por aquella clausula, por consiguiente se puede resaltar de forma contundente que existe un estudio que respalda dicha acción y se encuentra simulado con las diversas condiciones del diario vivir.

CAPÍTULO IV

2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- El estudio muestra que la flota que conforma los taxis actuales, está compuesta de unidades de cilindrada de: 1400 en un 30% de 1600 en un 60% y de cilindrajes más altos un 10% y prácticamente un 0% de unidades que tenga menos de 1300cc.
- En cuanto al factor económico, se puede establecer que existe una gran diferencia de ahorro, directamente el costo anual de operación se reduciría en un 70% ya que el ahorro total de la flota en dólares bordea 1 millón.
- El vehículo Hyundai Grand i10 fue el mejor automotor en varios aspectos, tanto en consumo eficiente, bajos índices de contaminación y el mismo se encuentra con un precio módico y accesible a cualquier persona.
- En el estudio de cada una de las pendientes acompañado de la capacidad arranque y capacidad de ascenso, se determinó que la pendiente más pronunciada de la ciudad de Ibarra se encuentra en el barrio de Azaya la cual tiene un índice de 20% .
- De acuerdo al análisis cuantitativo realizado con el programa, se verifica que todos los vehículos sobrepasan los requerimientos mínimos establecidos para poder circular en geografías complicadas como las de nuestra ciudad.
- Se deduce que, si se llegase a promover la idea de la eficiencia de un automotor de baja cilindrada, y se lograra tener un pequeño cambio por lo menos del 25 % de la flota de taxis de la ciudad de Ibarra, se estimaría un ahorro de hasta un 18 % de costo operación el cual cada uno de los dueños lo realizan a diario, se simplifica en, 3386 dólares tomado del subsidio que el gobierno aporta en total para toda la flota.

2.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un levantamiento previo de datos, en relación a otros trabajos de grado, existentes que sean afines al tema propuesto, para así tener una ligera idea del campo de acción y las decisiones que se pueden tomar, para empezar a desarrollar la investigación.
- De preferencia se recomienda que se realice un previo estudio de bases de programación o de manejos de programas de cálculos, ejemplo Matlab, para así en un futuro tener una clara idea de lo que la investigación se refiere, además de que dichos programas sirvan como una herramienta lógica que facilite el trabajo y ayude a obtener un mejor tiempo de avance, en el proyecto investigativo.
- Se debería de buscar la mejor opción, en lo que a equipamiento tecnológico se refiere el análisis ya que al momento de mediciones pertinentes de torque y potencia se necesita y obtención de curvas de potencia, torque y consumo de combustible reales para así homologar con los valores de potencia y torque que entrega el fabricante en las especificaciones.
- En lo que a pruebas en el dinamómetro se refiere, existen dos tipos de operación que son: el método Observed y el método S.A.E. Se recomienda trabajar en el método Observed, ya que el mismo plantea parámetros reales con la altura real de trabajo conjuntamente con la temperatura y presión constantes, en cambio el método S.A.E. trabaja con la altura a nivel del mar es decir a 0 msnm, mayor presión y diferente temperatura, lo cual puede verse afectado en los cálculos correspondientes, a la simulación realizada en el programa Matlab, ya que los valores podrían determinar si existe o no una mejora en la capacidad de ascenso, y de forma final podría verse afectado el ahorro y los índices de consumo.
-

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Armas,R. (2012). Repositorio UTN. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1567/1/02%20IEF%2045%20TESIS.pdf>
2. Armijos, F.(2013). Ford 150 online. Obtenido de <http://www.f150online.com/forums/2009-2014-f-150/435233-4-6-vs-3-7-a.html>
3. Aguirre, J, & Machado, A. (2015). Elaboración de un inventario de fuentes fijas de combustión establecidas en el parque industrial de la ciudad de cuenca para la estimación de sus emisiones atmosféricas. cuenca: Universidad de Cuenca.
4. Arnez, S. & Bomblat, C. (2004). Modelación de las emisiones del parque automotor. Departamento de Ciencias Exactas e Ingeniería, 19.
5. Balcázar, D. (2013). Analisis del nivel de contaminación atmosferico ocasionado por la emision de gases de escape del parque automotor en la ciudad de Loja. Universidad del Azuay.
6. Brack Egg, A. (2000). El medio ambiente en el Perú. Lima.
7. Carcelén, E. (2014). Estudio de las emisiones atmosféricas de buses urbanos con motores diesel en lima y callao en base a la metodologia copert. lima: pontificia Universidad Católica del Perú.
8. Cazier, F. (2006). Emissions of unregulated pollutants from European gasoline and diesel passenger cars. 18.
9. CESVIMAP. (2016). Control de emisiones contaminantes en Europa y Estados Unidos.
10. Committee, C. I. (1993). Evaluation of the California Smog Check Program and Recommendations for Program Improvements.
- 11 CORPAIRE. (2003). Inventario de emisiones .
12. Cortés del Pino, A. (2014). Proceso de refinado del petróleo para la obtención de combustibles marinos. Facultad de náutica de Barcelona-UPC.
13. DELPHI. (2013). Worldwide Emissions Standards Passenger Cars and Light Duty .
14. Departamento de Comunicación de la Comisión Europea. (2014).
15. Escobar, A. (2015). “Diseño y Construcción de un opacímetro para motores Diesel”. Quito: Universidad Internacional Del Ecuador.
16. Faiz, A., & Walsh, M. (1996). Air pollution from motor vehicles:standards and technologies for controlling emissions. World Bank Publications. 130
16. Giraldo, L. (2005). Estimación del inventario de emisiones de fuentes móviles para la ciudad de Bogotá e identificación de variables pertinentes. Bogotá: Universidad de los Andes.
17. Guadalupe, J. (2016). “Modelación de emisiones contaminantes de fuentes móviles terrestres en Quito, Ecuador”. Valparaiso Chile: Universidad Técnica Federico Santa María.
18. Herrera, J., & Rojas Marín , J. (2012). Determinación de las emisiones de contaminantes del aire generadas por fuentes móviles en carreteras de Costa Rica. Revista Tecnologica en Marcha, 54.
19. Ibarra, B., & Páez, C. (2003). Inventario de emisiones atmosféricas de Quito año 2003 y su distribución espacial y temporal. Quito.
20. INAMHI. (2017). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador. 20.
- INEN. (2002). Instituto Nacional Ecuatoriano de Normas.

21. INE-SEMARNAT. (2005). Proceso de emisión de contaminantes en vehículos automotores.
22. ISSR. (2008). Manual del Usuario del Modelo IVE.
23. Iniestra, R., & Aguilar, J. (2009). Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades mexicanas. Instituto Nacional de Ecología.
24. Jiménez, & Flores, N. (2009). *Comparación de tecnologías para la reducción de emisiones contaminantes en autobuses urbanos*. DYNA-Ingeniería e Industria, 6.
25. Jiménez, J. (2014). Análisis comparativo de las tecnologías de medición de emisiones contaminantes vehiculares en motores diésel con tecnologías euro IV y superiores en Colombia. Bogotá: Universidad Libre.
26. Lara, C., & Alonso Guzman, E. (2004). Ley de prevención y control de la contaminación ambiental.
28. Mafla, J.; & Ortiz, M. (2007). Metodología para certificar la calibración de analizadores de gases y opacímetros. Quito: escuela politécnica nacional. 131
29. Morillo. (2009). Propuesta metodologica para la estimacion de emisiones vehiculares en ciudades de la republica mexicana. publicacion tecnica.
30. Ntziachristos, L., & Samaras, Z. (2007). Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport.
31. Ortiz, M. (2014). Estudio Comparativo del Uso del Diesel Entre Europa y Ecuador, Utilizado para Motores de Vehículos. Quito: Universidad Internacional del Ecuador.
32. Ordoñez, C. (2017). Diagnóstico de la calidad del aire de la ciudad de Ibarra del periodo 2012- 2015". Ibarra: universidad central del Ecuador.
33. Reyes, S., & Tito Cañaris, C. A. (2015). "Inventario de emisiones atmosféricas procedentes de fuentes fijas, móviles y de área en el cantón Ibarra". Quito: universidad central del Ecuador.
35. Rodrigo, J. (2009). Catalizadores Para Motores Diésel. Mecánica y electrónica, 1-4.
36. Rodríguez, C., & Vela Alquina, P. D. (2018). Estudio de los gases contaminantes modificando la relación de compresión en un vehículo. Quito: universidad internacional del Ecuador.
37. Rojas, N. (2007). Aire y problemas ambientales de Bogotá. Friedrich-Ebert-Stiftung en Colombia, 15.
38. Tolvett, S. (2009). Analisis de emisiones en ruta de vehiculos diesel en ciudad de Mexico, Santiago y Sao Paulo. Universidad de Chile.
39. Torres, J., & Urvina, V. (2008). Determinación de los factores reales de emisión de los motores ciclo Otto en la ciudad de Quito. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
40. Valencia, L. (2013). Caracterización de mezclas diesel-biodiesel orientadas a disminuir las emisiones contaminantes provocadas por fuentes móviles. Quito: universidad central del Ecuador.
41. Vega, D., & Parra, R. (2012). Inventario de emisiones atmosféricas del tráfico vehicular en el Distrito Metropolitano de Quito. Avances en Ciencias e Ingenierías, 9. 132
42. Velarde, E. (2013). Proyecto Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Municipal Perfil Territorial Cantón San Miguel de Ibarra. Ibarra.
43. Wittwer, A., & Loredó, A. (2002). Criterios utilizados para modelar la dispersión atmosférica en túneles de viento. Asades, p.6.
44. Campos, A. (2012). Automotriz.net. Obtenido de <http://www.automotriz.net/cms/tecnica/los-motores-ford-ecoboost-4-cilindros/>

45. Cooper. (2012). PortalsCooper. Obtenido de <https://www.portalscooter.com/reportajes/motor-de-2-tiempos/>
46. Departamento de Energía de los Estados Unidos, E. d. (2011). Energy Effciently. Obtenido de https://www.fueleconomy.gov/feg/estech_adv.shtml
47. EducarChile. (2017). Diésel. Obtenido de <https://www.aprendeconenergia.cl/diesel/>
48. Escudero, S. (2011). Motores LOE 2011 Pack. México.
- González, D. (2015). Motores térmicos y sus sistemas auxiliares. España: Paraninfo.
49. Menna. (2018). Diésel características, propiedades y usos. Obtenido de <https://como-funciona.co/el-diesel/>
50. Motorguía. (2018). Consumo de combustible. Obtenido de <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/consumo-de-combustible-definicion-significado/gmx-niv15-con193674.htm>
51. Palomares, J. (2007). Motores de combustion Interna. Perú.
52. Secundino. (2012). Motores. Macmillan Profesional.
53. Secundino Escudero, J. G. (2012). Motores. Macmillan Profesional.
54. Taller virtual. (2013). ¿Qué es el downsizing? El milagro de los motores pequeños (I). Obtenido de <https://www.actualidadmotor.com/que-es-el-downsizing-el-milagro-de-los-motores-pequenos-l/>
55. Villalba, H. (2016). Motores térmicos . Obtenido de <https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/11/motores-termicos2.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Resultados del Software Matlab para el Cálculo de Parámetros

```

Command Window
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE - INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
ANÁLISIS DEL MOTOR M.E.P DE LOS TAXIS DE LA CIUDAD DE IBARRA
ALEX ISRAEL DAVILA GUERRERO

"INGRESE LOS PARÁMETROS GENERALES DEL VEHÍCULO"
- Peso Bruto Vehicular PBV [kg]: 1368
- Ancho del vehículo[m]: 1.597
- Altura del vehículo [m]: 1.522
- Número de ruedas del vehículo: 4
- Altitud sobre el nivel del mar de Ibarra[m]: 2250
- Velocidad reglamentaria de circulación ANT [km/h]: 50
- Pendiente máxima del terreno(sugerido 30%) [%]: 23.4

"INGRESE LOS DATOS DEL NEUMÁTICO"
- La carga mínima sugerida que debe soportar el neumático es: 342[Kg]
- Carga que soporta la rueda[kg]: 375
- Diametro interior [pulg]: 14
- Ancho de la rueda[mm]: 165
- Alto de la rueda[%]: 65
- Tolerancia radio dinámico(sugerido +10%) [%]: 0

"INGRESE LOS DATOS DE CAJA DE CAMBIOS"
- La capacidad de carga de la caja debe ser mayor a: 1368[Kg]
- Capacidad Carga Maxima[kg]: 1368
- Relación de lra marcha: 3.539
- Relación de última marcha: 0.780
- Capacidad Torsional[N.m.]: 77.18
- Número de marchas: 5

"INGRESE LOS DATOS DEL MOTOR"
- La Potencia máxima sugerida para el motor es: 32.0217[Kw]
- El Torque máximo sugerido para el motor es: 77.18[N.m]
- Potencia máxima [KW]: 41.72
- Torque máximo [N.m]: 77.18
- Régimen del motor en potencia máxima[rpm]: 6600
- Régimen del motor en torque máximo[rpm]: 3800
- Régimen del motor para consumo mínimo de combustible[rpm]: 2500

"INGRESE LAS RELACIONES DEL SISTEMA DIFERENCIAL"
- La relación del diferencial sugerida es: 7.4396
- Relación del diferencial: 4.44
- La capacidad mínima de carga sugerida para el diferencial es: 1368[Kg]
- Capacidad de carga del diferencial[kg]: 1368

----- PARÁMETROS CALCULADOS -----
- Velocidad Máxima: 204.8328[km/h]
- Capacidad de arranque: 46.2591[%]
- Velocidad Aparente: 25.9928[Km/hora]
- Potencia para vencer la resistencia al rodamiento: 0.87639[kw]
- Factor de Altitud: 0.80541
- Potencia para vencer la resistencia aerodinámica: 0.30025[Kw]
- Potencia para vencer la resistencia por inercia: 2.974[Kw]
- Potencia de reserva: 29.9809[Kw]
- Capacidad de Ascenso es 30.9731[%]

```

Anexo 2. Especificaciones técnicas del spark GT

CHEVROLET SPARK GT

● INCORPORADO ○ OPCIONAL – NO DISPONIBLE

ESPECIFICACIONES

EXTERIOR

	LS	LT	PREMIER
Espejos retrovisores exteriores eléctricos abatibles manualmente			●
Espejos retrovisores exteriores con ajuste manual	●	●	
Espejos retrovisores del color de la carrocería		●	●
Espejos retrovisores en color negro	●		
Luz direccional sobre retrovisor			●
Luces anti niebla			●
Alerón posterior en color negro	●	●	
Alerón posterior en el color de la carrocería			●
Manijas de puerta en el color del vehículo		●	●
Manijas de puerta en color negro	●		
Corbatín "Chevrolet" en la parte delantera y posterior	●	●	●
Emblema "Spark GT" en la parte posterior	●	●	●
Emblema "Premier"			●
Aros de aluminio 14"			●
Aros de acero 14"	●	●	

INTERIOR

Aire acondicionado	●	●	●
Asientos delanteros tipo Butaca	●	●	●
Asiento posterior abatible	●	●	●
Control de radio en el volante	●	●	●
Tapa de tanque de combustible con apertura remota desde el interior del vehículo	●	●	●
Doble portavasos		●	●

SEGURIDAD

	LS	LT	PREMIER
Bolsa de aire conductor y copiloto	●	●	●
Barra de protección para Impactos laterales	●	●	●
Cinturones de seguridad retráctiles de tres puntos en asientos delanteros	●	●	●
Cinturones de seguridad retráctiles de tres puntos en asientos traseros	●	●	●
ChevyStar	○	○	○
Columna de dirección colapsable	●	●	●
Limpaparabrisas posterior	●	●	●
Seguro de niños en puertas traseras	●	●	●
Frenos ABS	●	●	●
Anclaje de seguridad ISOFIX para asientos de niños	●	●	●
Alerta de cinturón de seguridad para conductor	●	●	●
Apertura remota de puerta	–	●	●
Bloqueo central	●	●	●

Chevrolet MyLink* con pantalla táctil de 7" compatible con Android Auto* y Apple Car Play*		●	●
Radio AM/FM / MP3 / USB / AUX / Bluetooth*	●		
Parlantes	4	4	6
Vidrios eléctricos delanteros		●	●
Vidrios eléctricos posteriores			●

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Motor	1.2 L DOHC
Válvulas	16
Número de cilindros	4
Potencia (HP@rpm)	90,5 @ 6.400
Torque (Nm@rpm)	108 @ 4.800
Relación de compresión	9,8
Relación final	4,444
Suspensión delantera	Independiente McPherson
Suspensión posterior	Eje de torsión
Frenos delanteros	Discos sólidos
Frenos posteriores	Tambor
Barra estabilizadora	Delantera
Llantas	165 / 65 R14
Dirección	Electrónicamente asistida
Transmisión	Manual de 5 velocidades

CAPACIDADES Y PESOS

Peso bruto vehicular (kg)	1368
Capacidad de carga (kg)	375
Capacidad de tanque de combustible (l/gal)	35/ 9
Capacidad de carga de baúl (lt)	192

COLORES

Blanco | Plata | Dorado | Plomo | Azul | Rojo | Vino | Negro



Activ
Ve a C

FIND NEW ROADS™

• AUTOLANDIA • AUTOLASA • AUTOMOTORES CONTINENTAL • AUTOMOTORES DE LA SIERRA • CENTRALCAR • ECUA-AUTO
• E. MAULME • IMGAUTO • INDAUTO • LAVICA • METROCAR • MIRASOL • PDAUTO • VALLEJO ABALAJ

 **CHEVROLET**
Empleados desde 2010

Anexo 3. Especificaciones técnicas nuevo kia picanto

Especificaciones técnicas Nuevo Kia Picanto

Dimensiones		1.0 CVVT	1.2 CVVT	
Exterior (mm)	Longitud Total	3.595		
	Anchura Total	1.595		
	Altura Total	1.485		
	Distancia entre ejes	2.400		
	Paso de Rueda	Delantera	1.406 (Concept), 1.394 (GT Line)	
		Trasera	1.415 (Concept), 1.403 (GT Line)	
Voladizo	Delantera	675		
	Trasera	520		
Interior (mm)	Espacio Piernas	Delantera	1.055	
		Trasera	520	
	Espacio Cabeza	Delantera	1.005	
		Trasera	950	
	Espacio Hombros	Delantera	1.300	
		Trasera	1.280	
Espacio Cadera	Delantera	1.245		
	Trasera	1.230		
Distancia mínima al suelo (mm)		141		
Radio mínimo de giro (mm)		4,7		
Capacidad de carga (VDA)		255 l / 1.010 l (asientos plegados)		
Capacidad depósito combustible		35 l		

Motorización		1.0 CVVT	1.2 CVVT
Cilindrada (cc)		998	1.248
Diámetro x Carrera (mm)		71 x 84,0	71 x 78,8
Ratio de compresión		10,6	
Potencia Máj.	(cv / rpm)	67 / 5.500	84 / 6.000
	(kW / rpm)	49 / 5.500	62 / 6.000
Par Máj. (kg.m / rpm)		9,8 / 3.500	12,4 / 4.000
Tipo motor		3 cilindros	4 cilindros
Relación de Transmisión	1* (Manual / Automático)	3,909	3,545 / 2,919
	2* (Manual / Automático)	2,058	1,895 / 1,551
	3* (Manual / Automático)	1,269	1,192 / 1
	4* (Manual / Automático)	0,984	0,906 / 0,713
	5* (Manual / Automático)	0,774	0,719 / -
	Marcha atrás	3,636	3,636 / 2,45
Relación Final		4,235	4,235 / 4,587

Anexo 4. Especificaciones Técnicas del Hyundai Grand i10

Especificaciones técnicas

	Grand i10 Hatchback			Grand i10 Sedán		
	GL	GL MID	GLS	GL	GL MID	GLS
Motor / Transmisión						
Motor	1.25L					
Desplazamiento (cc)	1,248					
Cilindros	4 en línea					
Radio de compresión (1)	10.5					
Potencia (hp @ rpm)	85.8 @ 6,000					
Torque (lb-ft @ rpm)	88.27 @ 4,000					
Tipo de transmisión / No. velocidades	Manual / 5	Manual / 5, Automática / 4		Manual / 5	Manual / 5, Automática / 4	
Tracción	Delantera					
Suspensión						
Suspensión delantera	McPherson					
Suspensión trasera	Eje de torsión					
Dirección						
Dirección Electro-asistida (MDPS)	•					
Frenos						
Delanteros	Discos					
Traseros	Tambor					
Sistema antibloqueo con asistencia de frenado (ABS)	-	•	•	-	•	•
Dimensiones Exteriores (mm)						
Largo	3,765			3,995		
Ancho	1,660			1,660		
Alto	1,520			1,505		
Distancia entre ejes	2,425			2,425		
Entrevía delantera / trasera	1,493 / 1,479			1,493 / 1,479		
No. de puertas	5			4		
Dimensiones Interiores (mm)						
Espacio para la cabeza - delantera / trasera	1,008 / 975			1,008 / 970		
Espacio para las piernas - delantera / trasera	1,050 / 860			1,070 / 860		
Espacio para los hombros - delantera / trasera	1,306 / 1,302			1,306 / 1,302		
Espacio para cadera - delantera / trasera	1,246 / 1,258			1,246 / 1,258		
Largo de piso de cajuela	645			875		
Ancho de cajuela	1,052			1,052		
Altura de cajuela	555			562		
Vol. de área de carga (L)	256			407		
Pesos (kg)						
Peso vehicular	925 (manual) / 945 (automático)			969 (manual) / 987 (automático)		
Peso bruto vehicular	1,430 (manual) / 1,450 (automático)			1,430 (manual) / 1,450 (automático)		
Capacidad tanque de combustible (L)	43			43		

AC
ve z

Anexo 5. Especificaciones técnicas del Spark LIFE

CHEVROLET SPARK LIFE

● INCORPORADO ○ OPCIONAL

ESPECIFICACIONES

EXTERIOR

Espijos retrovisores exteriores de ajuste manual (color del vehículo)	●
Parachoques delantero y trasero en plástico del color del vehículo	●
Aros de acero con tapacubos plásticos 13"	●
Manijas de puerta en color del vehículo	●
Carbatin "Chevrolet" en parrilla frontal	●
Carbatin "Chevrolet" en compuerta trasera	●
Emblema "Spark Life" en compuerta trasera	●

SEGURIDAD

Bolsa de aire conductor y pasajero	●
Barra de protección para impactos laterales	●
Cinturones de seguridad retráctiles de tres puntos con regulación de altura en asientos delanteros	●
Cinturones de seguridad retráctiles de tres puntos en asiento posterior	●
Columna de dirección collapsible	●

Limpia parabrisas posterior	●
Seguro de niños en puertas posteriores	●
Carretería con refuerzos en techo y zonas de absorción de impacto delanteras y posteriores	●
Frenos ABS	●
Asiento de seguridad ISOFIX asientos de niños	●
Barra de cinturón de seguridad para conductor ChevyStar	○

INTERIOR

Vidrios con elevación manual	●
Asiento de conductor ajustable en altura	●
Asientos delanteros deslizantes, abatibles	●
Asiento posterior reclinable	●
Porta vasos en consola de piso (2 delanteros / 1 posterior)	●
Compuerta trasera y tapa tanque de combustible con apertura remota desde el interior del vehículo	●
Aire acondicionado (Disponible solo en la versión A/C)	○

COLORES

Blanco	Azul	Dorado	Negro	Plataado	Rojo
○	●	●	●	●	●

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Motor	1.0 L SOHC
Válvulas	8
Número de cilindros	4
Potencia (HP@rpm)	62.4 @ 5,400
Torque (Nm@rpm)	87 @ 4,200
Relación de compresión	9.3
Relación final	4.444
Suspensión delantera	Independiente McPherson
Suspensión posterior	Eje de torsión
Barra estabilizadora	Delantera
Frenos delanteros	Disco sólido
Frenos posteriores	Campana
Llantas	155 / 65 R13
Rines	Acero 13"
Dirección	Hidráulica

MEDIDAS

Alto (mm)	1500
Ancho (mm)	1275
Largo (mm)	3495
Distancia entre ejes (mm)	2345

CAPACIDADES Y PESOS

Capacidad de carga (kg)	435
Capacidad de tanque de combustible (litros/gal)	35/ 9.2
Peso bruto vehicular (kg)	1230
Capacidad de carga de balde (kg)	200

FIND NEW ROADS™

• AUTOLANÍA • AUTOLASA • AUTOMOTORES CONTINENTAL • AUTOMOTORES DE LA SIERRA • CENTRAL CAR • EQUA-AUTO
• E. MAULME • MBAUTO • INDIAUTO • LARCA • METROCAR • MINASOL • PROAUTO • VALLEJO ARAUJO

1 Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso.



CHEVROLET

Activ
Ve a C

Anexo 6. Especificaciones Técnicas Citroën C-Elysee

CITROËN C-ELYSÉE



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

MOTORIZACIONES	1.6 115 SMT	1.6 115 6AT
VERSIONES DISPONIBLES	Feel - Shine	Shine
CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR		
Tipo	Ciclo Otto (gasolina) Inyección multipunto secuencial 4 Válvulas por Cilindro (16 válvulas) - Tiempo de válvulas variable	
Número de cilindros/Disposición	4 / en línea	
Cilindrada (cm ³)	1.587	
Potencia máxima CEE (Hp) / RPM	115/6.050	
Par motor máximo CEE (Nm) / RPM	150/4.000	
Control de emisiones	Euro 5	
TRANSMISIÓN		
Caja de velocidades	Manual	Automática secuencial
Número de marchas adelante	5	6
SISTEMA DE DIRECCIÓN		
Tipo de asistencia	Asistencia eléctrica variable en función de la velocidad. Asistencia incremental en maniobra de parqueo.	
CHASIS - SUSPENSIÓN - FRENOS		
Chasis y suspensión	<p>TECNOLOGÍA CITROËN ADVANCED COMFORT® Tren delantero: arquitectura Pseudo McPherson, brazos inferiores triangulados, resortes helicoidales, amortiguadores hidráulicos telescópicos de doble efecto, barra estabilizadora, altura al piso de la carrocería aumentada y reglaje para carreteras en mal estado.</p> <p>TECNOLOGÍA CITROËN ADVANCED COMFORT® Tren trasero: arquitectura de travesa deformable semindependiente y función estabilizadora integrada, resortes helicoidales, amortiguadores hidráulicos telescópicos de doble efecto, altura al piso de la carrocería aumentada y reglaje para carreteras en mal estado.</p>	
Frenos (adelante/atrás)	Discos ventilados / Tambores	
Sistemas de asistencia de frenado	ABS / REF / APU	
Rines y neumáticos	6.0 J 15 • 185/65/15 (Feel) y 6,5 J 16 195/55/16 (Shine)	
VOLÚMENES - CAPACIDADES - PESO		

Activar Win
Ve a Configurar