



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Repair Advocate

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Mecánico

P R E S E N T A

Jesús Isaías Ascencio Ascencio

ASESOR DE INFORME

M.I. Antonio Zepeda Sánchez



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2024

Capítulo 1

Descripción de la empresa

Navistar International nace en 1986 como sucesora de International Harvester (1902) operando como la marca y empresa propietaria de International y los vehículos de combustión interna desarrollados con anterioridad así mismo vehículos de combustión interna diésel, recientemente desarrollados.

International Harvester surge en 1902 como resultado de la fusión entre McCormick Harvester Machine Company y Deering Harvester Company siendo en 1908 cuando la compañía presenta su primer vehículo el International Harvester Auto Wagon, un vehículo bicilíndrico horizontalmente opuesto que producía entre 18 y 20 caballos de fuerza y era refrigerado por aire, contaba con dos velocidades y reversa, era comandado por una cadena, similar al sistema de tracción de una bicicleta, con ruedas altas para las irregularidades del camino y limitado equipamiento para la época tanto mecánico como de confort. Debido a su baja cantidad de componentes mecánicos fue sencillo para International dar mantenimiento al vehículo y seguirlo produciendo hasta 1917. Durante los siguientes sesenta años International Harvester continuó fabricando vehículos diésel en diferentes sectores como lo es el agrícola y construcción, con vehículos que van desde los Scout y Traverall siendo todoterreno y una respuesta directa de competencia a Jeep quien se posicionaba en los primeros lugares de ventas en vehículos todo terreno.

Durante la época de 1980 y presentándose una baja en la producción agraria es que International decide reinventarse, abarcar territorio fuera del sector agrario y vender gran parte de sus empresas para poder reducir los impactos de las pérdidas, entre los que se encuentran: Caterpillar, Dresser Industries, Solar gas turbines, Cub Cadet, de esta manera logro amortiguar los impactos de las bajas ventas por la crisis agraria.

Para el año 1983 International construye un motor para camionetas y vans Ford, un acuerdo que duraría hasta 2010. El motor 6.9L IDI siendo un motor V8 que producía 170 hp y 307 lbft de par, fue montado en vehículos Ford siendo una fuente de ventas a largo plazo para International. Posterior a todas las ventas de sus empresas para salir a flote, International se reintroduce al mercado como Navistar International. Enfocado en la manufactura de chasis y camiones escolares, con la compra de una empresa líder en el mercado de manufactura automotriz Am Tran es que Navistar se posiciona en los primeros lugares de la industria automotriz teniendo gran impacto en el mercado y posicionando su motor T444E en reemplazo del IDI V8 vendido a Ford.

Para la década 2000 es que Navistar mueve su matriz corporativa a Illinois introduciendo su primer camión en 2001, el NGV, posteriormente el International XT, MXT e incluso vendiendo vehículos a las fuerzas armadas de estados unidos, el MXT-MV, un vehículo de competencia directa al Humbee usado por los militares. Con su creciente éxito en los distintos modelos de sus vehículos es que Navistar compra Workhorse Custom Chassis y con la cual toma el control de la producción de General Motors debido a que era responsable del ensamble y manufactura en chasis. Posteriormente General Motors alcanzo un acuerdo con Navistar incrementando más su poder comercial.

Los diferentes vehículos que vende Navistar se encuentran en la Figura 1.

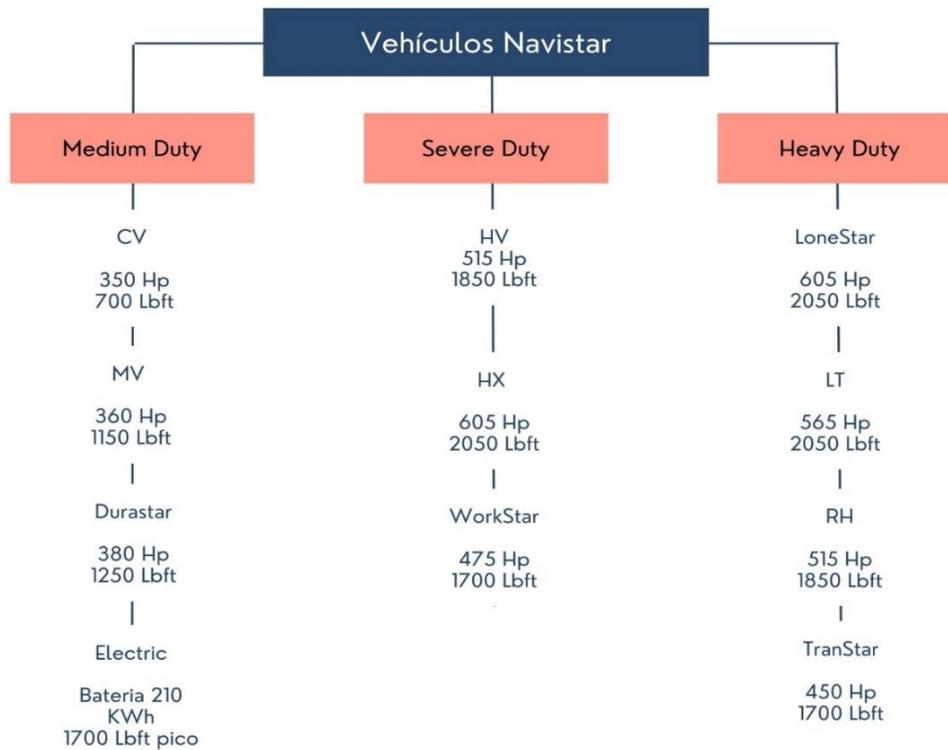


Figura 1. Vehículos que produce y vende Navistar

Actualmente Navistar fue comprado en su mayoría de acciones por grupo TRATON, una empresa de grupo Volkswagen en la que también se encuentran Scania, MAN, Volkswagen Truck Bus y RIO, lográndose posicionar como la empresa líder en venta y desarrollo de vehículos diésel a nivel mundial unificando distintas marcas dedicadas al mismo sector automotriz.

Organigrama de área de trabajo

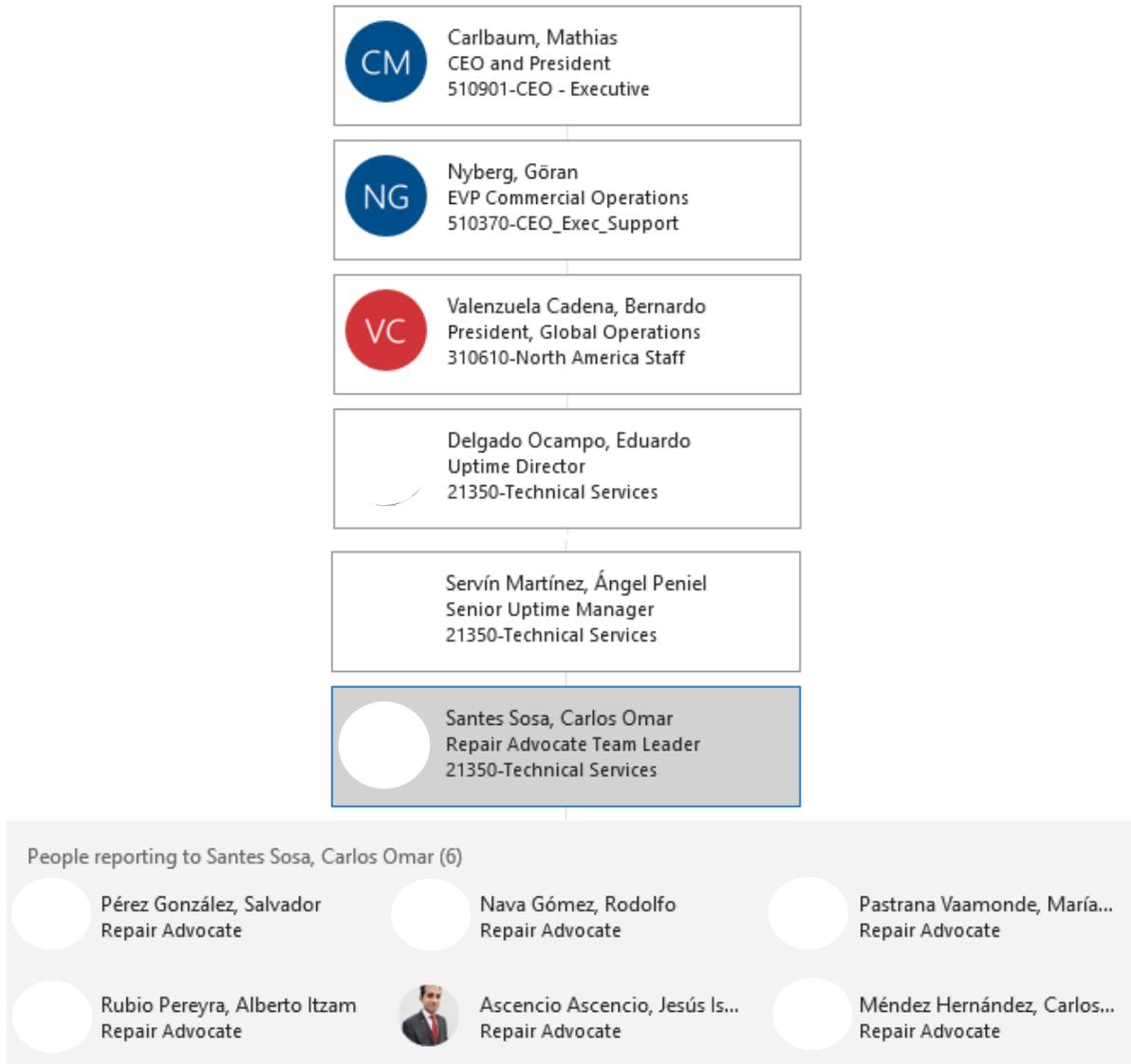


Figura 2. Organigrama de la empresa

Capítulo II

El puesto Repair Advocate es parte del área UpTime de Navistar, la cual es un área encargada de aumentar el tiempo efectivo de trabajo de los vehículos vendidos por la misma compañía, también llamado “Dwell Time” y en el cual se busca la forma en que los vehículos estén en los talleres de las agencias el menor tiempo posible, ya sea por fallas pequeñas hasta fallos en el producto, buscando siempre una solución integral.

El puesto Repair Advocate es base para las demás posiciones siguientes, posterior a un Repair Advocate continúa con el supervisor del equipo Repair (Repair Advocate Team Leader), el supervisor de Repair Advocate reporta al gerente nacional Uptime (Senior UpTime Manager) y este a su vez al Director UpTime, continúa con el Presidente de operaciones globales, seguido del Presidente de operaciones comerciales y termina con el CEO de la empresa. El área UpTime se encuentra apoyada también por ejecutivos de cuenta y gerentes regionales de servicio UpTime con la finalidad de dar soporte a casos específicos y flotas de carácter especial, en donde si el proceso de reparación no fluye de la mejor manera o se manejan tiempos excesivos de refaccionamiento, reparación o diagnóstico; el ejecutivo de cuenta apoyado por el gerente realiza una valoración al caso y toman decisiones para su pronta solución, ver organigrama en Figura 3 y Figura 4.

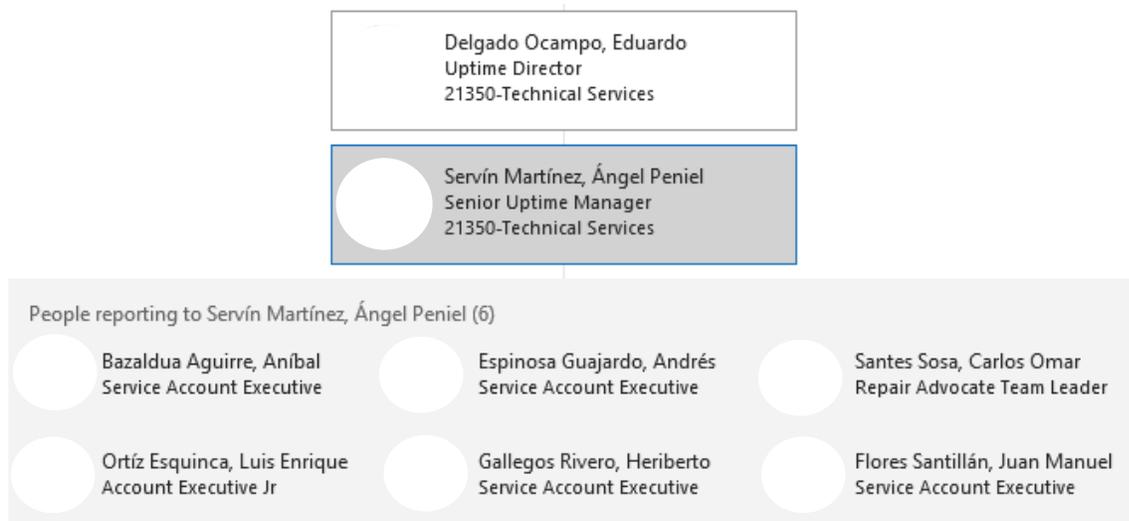


Figura 3. Organigrama de ejecutivos de cuenta

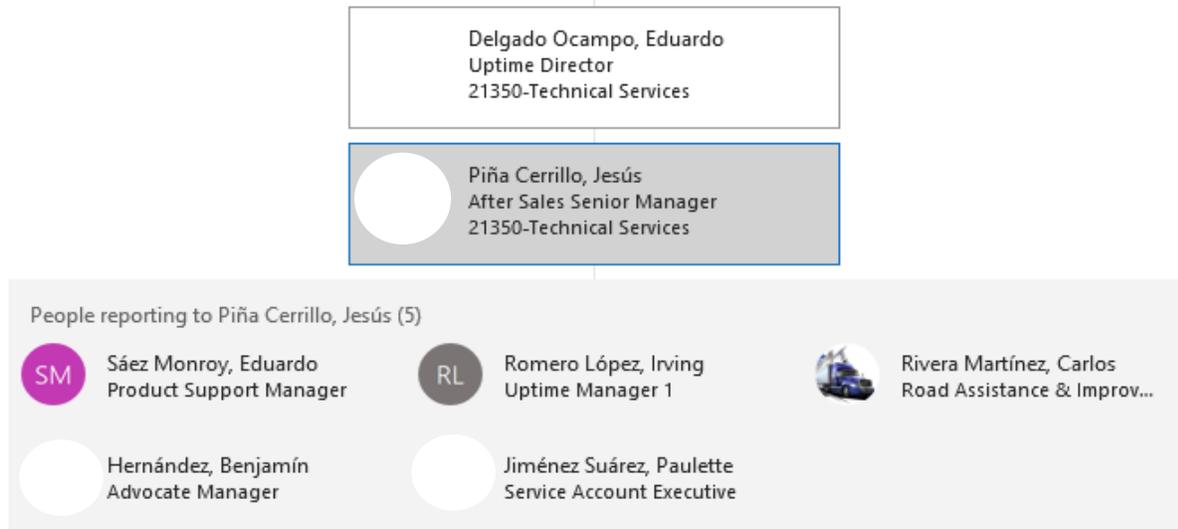


Figura 4. Organigrama de soporte a gerencia

El perfil profesional que debe tener un Repair Advocate es indiscutiblemente un ingeniero relacionado a la industria automotriz, en donde podemos apuntar hacia ingeniería mecánica, mecánica automotriz, mecatrónica, industrial y eléctrica. El tener conocimiento en áreas de la mecánica y todo lo que conlleva como lo es la dinámica de maquinaria, los mecanismos, termodinámica, eléctrica etc. ayudan en primera instancia a entender de manera teórica cual es el problema sin embargo también es deseable la experiencia, la práctica o el conocimiento en el área de reparaciones mecánicas debido a que se pueden tener mejor una idea de las posibles fallas, al saber cómo funcionan los sistemas e interactúan entre ellos para lograr el movimiento de algún componente o fluido en el vehículo. Al tener una idea del funcionamiento de las cosas es que la teoría y la práctica se conjuntan y en ese momento es cuando entra el criterio de ingeniero, en descartar fallas y con el conocimiento adquirido conocer si es posible que una bobina este teniendo un mal funcionamiento, una marcha tenga daño en el solenoide, una bomba este cavitando o el paso diferencial no sea el correcto. Así mismo es importante el manejo del idioma inglés, en un nivel medio a avanzado ya que la mayoría de la información; manuales e instructivos están en inglés, así como el apoyo externo en cuestión de conocimiento que ofrece la compañía.

Para la parte humanística es necesario tener un alto sentido de responsabilidad ya que las decisiones tomadas pueden afectar a corto o largo plazo, es necesario también contar con el valor de la empatía, el respeto y el profesionalismo debido a que al estar en el área de servicios técnicos también se reciben las quejas por parte de los clientes que descontentos con las reparaciones realizadas en los talleres de las agencias o fallas continuas de las unidades alzan la voz y exigen respuestas. Ante estas situaciones se tiene que entender que no solo es un vehículo el que está detenido, si no el empleo del operador, el patrimonio del dueño, las mercancías de las que el vehículo hace entrega y pueden representar un bien necesario como medicamentos, combustible o alimentos. Estas situaciones son las que más se necesitan pensar objetiva y profesionalmente para poder llegar a una solución conveniente para todos.

Las responsabilidades que maneja este puesto son:

- Entrega oportuna de informes diarios de vehículos en la red de talleres para cuentas especiales, el informe contiene falla, diagnóstico y estatus actual
- Comunicación directa con talleres de agencias para soporte técnico en caso de fallas recurrentes
- Comunicación con proveedores para obtención de refaccionamiento; CUMMINS, EATON, DANA, HENDRICKSON, MERITOR, BENDIX
- Realización de proyectos para descartar fallas en el producto y predicción de fallas mediante métodos estadísticos y métodos teóricos de dinámica.
- Manejo de flotas vehiculares vía telemetría con el fin de reducir el consumo de combustible, reducir malos hábitos de manejo y minimizar fallas en las unidades.
- Presentación de mejoras mensual
- Toma de cursos por parte de compañías externas (CUMMINS, EATON, DANA, HENDRICKSON, MERITOR, BENDIX) con la intención de conocer el funcionamiento de sus componentes

Este puesto tiene comunicación con otras áreas dedicadas a cosas más específicas y que de alguna manera pueden realizar un mejor análisis de la situación, tal es el caso del área de Garantías, Telemetría, Centro de entrenamiento (Para fallas inusuales y toma de cursos para actualización y conocimiento de sistemas). Las tres áreas es común que intercambien información con el área UpTime y que sin lugar a duda se complementan para deslindar responsabilidades y capacitar al empleado u operadores de los vehículos.

Capítulo III

La estadía en la empresa me ha ofrecido retos y proyectos importantes adicionales a las funciones que se manejan habitualmente y las cuales están vinculadas a una mejora en los procesos que se manejan en la compañía, desde las reparaciones, estancia en talleres, fallas en el producto, análisis estadísticos, rendimientos vehiculares etc.

Algunos de los problemas enfrentados durante el tiempo se describen a continuación.

Rendimientos vehiculares

Con el fin de conocer el comportamiento de alguna flota vehicular y algunas ocasiones siendo el cliente quien solicite el análisis, se realiza una investigación y recopilación de los datos que arrojan los módulos de telemetría¹ los cuales hacen una recopilación de lo sucedido en el vehículo sin importar si este apagado o encendido. Con base en la información compilada del módulo y entregada en un documento Excel del tipo csv (Ver apéndice A) es que podemos hacer una valoración y análisis de distintos ámbitos.

Para este caso en particular, la empresa Ferrocarriles Mexicanos solicitó un análisis de este tipo, ya que tenía su interés particular en ralentíes, rendimientos de combustible y eventos con la finalidad de aumentar su tiempo efectivo de trabajo a la vez que reduce costos de operación.

Tomando en cuenta primeramente la cantidad de vehículos a analizar y el modelo es que podemos hacer una diferenciación. Con el modelo vehicular conocemos las características del motor, de esta manera podemos equilibrar y hacer una comparación justa en donde podemos estar seguros de que a todos los vamos a analizar de una manera equitativa. En este caso se hizo la revisión vehicular y se maneja el mismo modelo que también contienen el mismo motor salvo que una pequeña parte de estos tiene una diferencia en potencia por lo que para efectos del análisis y viendo las características motor podemos despreciarlo, tomando en cuenta que el motor es el mismo, los vehículos son el modelo MV podemos proceder a realizar el análisis sin la necesidad de hacer una separación en los modelos a revisar, si este hubiera sido el caso se tendría un análisis para cada modelo empleado en la operación de la empresa o en su defecto hacer el análisis tal como si fueran todos iguales y al momento de obtener los resultados hacer la diferenciación de los modelos diferentes en donde claramente dependiendo sus características podrían estar por debajo o encima del promedio, ya sea por un motor más grande que consume más combustible, un vehículo más especializado para carga etc.

¹ Los módulos de telemetría (OnCommandConnect) tienen la función principal de evitar los siniestros en los vehículos, además de obtener la ubicación satelital en tiempo real tienen la capacidad de grabar la comunicación entre los módulos vehiculares siendo posible una interpretación por parte del analista.

Tabla 1. Vehículos Ferrocarril Mexicano

Modelo	Cantidad
MV607-ISB6.7 222HP	22
MV607-ISB6.7 250HP	8
Total	30

En este caso el primer paso para este análisis fue realizar la parte de rendimientos de combustible en donde podemos observar una diapositiva de la presentación realizada en la Figura 5.

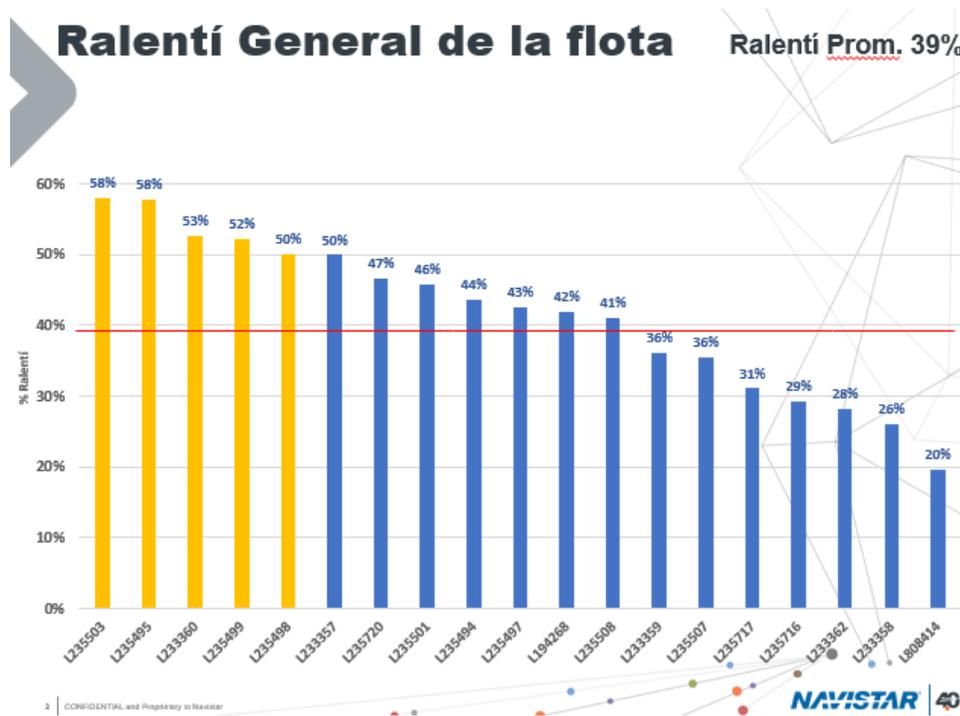


Figura 5. Gráfica de ralenti general de la flota

En el eje X de la gráfica podemos observar los NIVs vehiculares analizados, en el eje Y se encuentra el porcentaje ralenti.

En la industria del transporte se puede decir que un buen ralenti es aquel que está en el 20%, en donde se puede permitir una ligera variación hacia arriba de 5% para zonas muy calurosas. Estar por encima del 20% no es aceptable y afecta la operación de la empresa, los rendimientos de combustible y el desgaste

vehicular por lo que el fin de esta diapositiva es fijar cuales son aquellos que están por encima de lo aceptable y trabajar con ellos.

La línea roja horizontal es el promedio de la flota vehicular, como podemos observar su promedio es de 39% por lo que casi esta al doble de lo permitido y que claramente está afectando la operación de esta compañía.

Teniendo un Top 5 de vehículos con mayor ralenti y llegando incluso a un 58% de ralenti en donde más de la mitad del tiempo el vehículo está detenido que en operación. Se consideran los mayores puntos de inflexión ya que generan y promedian un ralenti muy superior al permitido.

Por el lado contrario tenemos solo un vehículo que está en el máximo de ralenti permitido (20%) y se encuentra dentro de parámetros de operación ideales.

Tomando en cuenta que esta flota vehicular se mueve en la zona norte del país; Chihuahua y Baja California es que podemos intuir porque tanto tiempo en ralenti, las temperaturas alcanzadas en esos estados están por alrededor de los 41°C y ante esta situación los operadores dejan bastante tiempo el vehículo en ralenti para que alcance su temperatura de operación, el clima funcione de manera más eficiente y al detenerse no apagarlo para que siga funcionando el aire acondicionado. Es una práctica razonable sin embargo poco eficiente para la operación.

La forma en que se puede atacar este inconveniente es simplemente reducir el tiempo en que el vehículo este encendido y no realizando alguna tarea, cabe mencionar que el uso del aire acondicionado implica un aumento en la carga al motor, debido a que ya no solo tiene que dar arrastre a las poleas conectadas, tiene que dar arrastre al compresor que se traduce como mayor gasto de combustible.

Para la segunda parte del análisis en la diapositiva dos la intención es seguir atacando las inquietudes y puntos de mejora que presenta el cliente, en este caso Ferrocarril Mexicano, requiere un análisis más detallado por lo que se abarcarán otras áreas de conocimiento.

Se continua con análisis de rendimiento de combustible con el fin de tener un panorama de cuanto está rindiendo el combustible y si es posible mejorar ese número para reducir costos y aumentar productividad.

Reuniendo de nuevo información de toda la flota vehicular pero esta vez enfocada en rendimientos de combustible y obteniendo los datos del módulo OCC.

El archivo obtenido nos revela directamente rendimientos de combustible sin embargo hay ocasiones en las que el módulo no puede realizar algún calculo por condiciones ajenas al mismo y nos da litros consumidos y distancias recorridas. Con base en estos datos podemos utilizar la siguiente fórmula para realizar el cálculo de rendimiento de combustible.

$$Ren = \frac{d}{L}$$

En donde tenemos por entendido que,

Ren= Rendimiento de combustible [Km/L]

L= Litros consumidos [L]

d= Distancia recorrida [Km]

Teniendo como información final y con su respectiva homologación en la Figura 6.

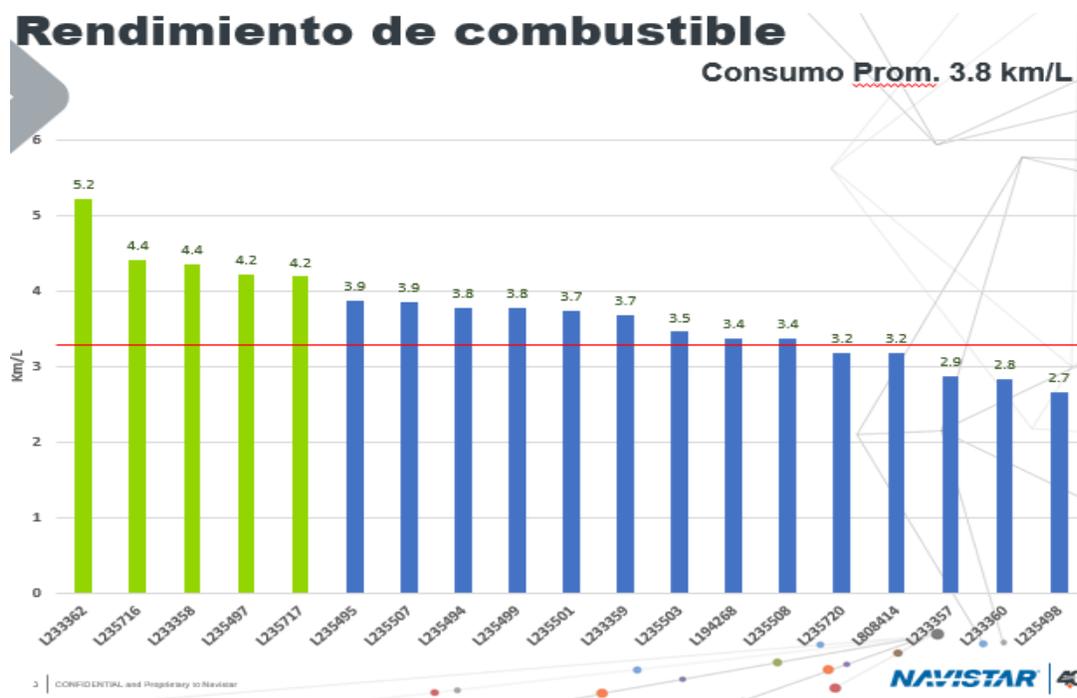


Figura 6. Rendimientos de combustible para Ferrocarril Mexicano

De nueva cuenta en el eje X se observan los vines (Números de identificación vehicular; NIV) analizados y en su contraparte, en el eje Y el rendimiento de combustible en Km/L.

La línea roja indica el consumo promedio de los vehículos analizados para poder tener una referencia de la flota, teniendo un consumo promedio de 3.8 Km/L, lo cual está ligeramente por encima del valor ideal de 3.5 Km/L. Se pueden observar cinco vines el color verde debido a su alto rendimiento de combustible por lo que este top 5 destaca en su flota por su eficiencia en el uso de combustible, aunado a esto, si ponemos atención en los vines en color verde en esta diapositiva tanto como en la anterior diapositiva y buscamos en ella los vines coloreados en verde podemos notar que estos son los que menor ralentí tienen

por lo cual podemos asegurar que el tema de rendimientos de combustible se está viendo afectado por un alto ralentí.

Todos estos vehículos analizados son de un solo remolque y servicio moderado sin embargo el tema es un poco diferente cuando se trata de vehículos de servicio pesado como trailers de doble remolque también llamados "Full" y que por sus condiciones tendrán irremediablemente menor rendimiento de combustible. En casos como este el análisis tiene que ser seccionado para poder tratar a todos en igualdad de condiciones y ofrecer soluciones adecuadas al sector en estudio.

Para la siguiente diapositiva se buscan temas de cuidado de la unidad en lo que respecta a los malos hábitos que se pueden tener al conducir el vehículo y que de una u otra manera terminarán impactando en el desgaste que sufra la unidad, ya que si se tenía planeado un mantenimiento a cierto kilometraje puede ser que también requiera de algún correctivo debido a eventos como los mostrados en la Figura 7.

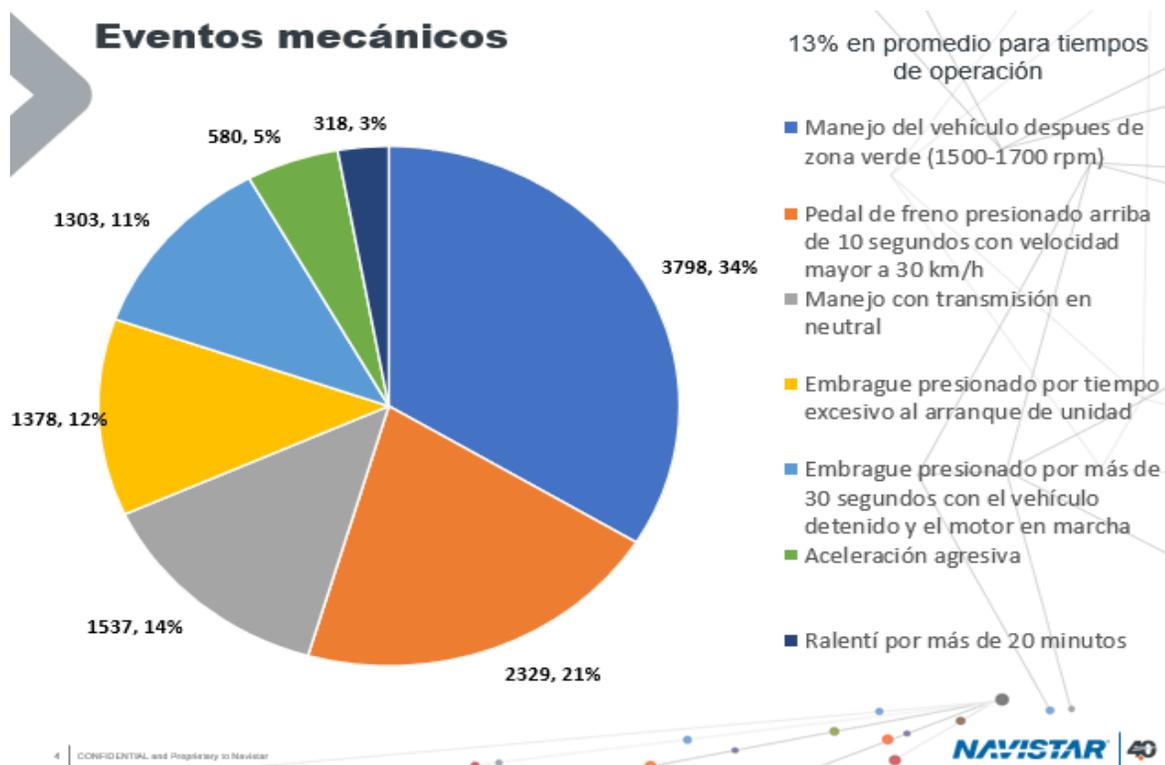


Figura 7: Gráfica pastel de eventos mecánicos para Ferrocarril Mexicano

En la gráfica se observan distintas situaciones y comenzando por el título, definiendo evento mecánico como un suceso al interior del vehículo el cual puede ser clasificado como un mal hábito, un manejo fuera de lo normal (agresivo) o un evento de operación, en este caso llamado eventos mecánicos ya que son sucesos que tienen que ver con la parte mecánica del vehículo y que pueden poner en la mayoría de los casos la integridad de la unidad en riesgo o bajo mucho desgaste.

Se comienza de nueva cuenta reuniendo la información proporcionada por el módulo OCC y se procede a hacer el barrido de eventos vehiculares de tal manera que, al organizarla, hacer una revisión de eventos para ver en realidad cuales son los que nos pueden aportar algo al análisis y no solo hagan ruido. Después de decidida la información que se va a analizar se procede a realizar una gráfica por lo regular del tipo pastel para su fácil observación y distinción de eventos.

La gráfica pastel arriba mostrada resumen el total de eventos realizados por la flota vehicular con base a colores, siendo cada color un evento y teniendo como dato la cantidad de eventos y el porcentaje que este representa del total. Con un subtítulo 13% refiriéndose al porcentaje del tiempo total de manejo en que el vehículo comete eventos mecánicos.

Como se muestra en la gráfica, el evento predominante es el color azul referido a “Manejo del vehículo después de zona verde”, relacionado a las curvas de potencia del motor (Ver apéndice B) y en las cuales manejarlos fuera del rango operacional enmarcado por la velocidad angular, par y potencia traerán consigo una falta de potencia, falta de arrastre que se resumen en un deficiente desempeño del motor y un aumento en el consumo de combustible. Las gráficas contienen tres zonas de operación recomendadas y de las cuales, dependiendo la aplicación, se puede trabajar a tal velocidad angular.

Zona verde, también llamada Zona de economía y está relacionada al funcionamiento del motor con potencia reducida y el más bajo consumo de combustible (Alto par, baja potencia).

Zona Azul, también llamada Zona de balance y se refiere a un equilibrio entre una potencia suficiente y un consumo ideal de combustible (Ligera subida de potencia y par estable).

Zona Amarilla o Zona Performance, referida a la zona con más alto par y potencia del motor, pero sacrificando combustible (Par estable, subida de potencia y estabilización).

Estas características pueden cambiar dependiendo el fin que tenga el motor, es decir un motor para carga pesada como puede ser minería tiene principal y razonablemente una curva de par motor y potencia más recta y con menos descensos que otro motor encargado de mover un camión de pasajeros en ciudad. Las condiciones son dadas según el fabricante y su fin del motor.

Es importante realizar la observación que el manejo a las más bajas revoluciones independientemente sea un motor a diésel o gasolina conlleva un desgaste adicional por el trabajo continuo a bajas velocidades angulares y en la cual los elementos internos van a sufrir. En este caso hablando de un motor diésel con continuo trabajo a bajas velocidades será afectada principalmente en el sistema de recirculación de gases de escape como lo es la válvula EGR que sin tener su temperatura de operación solo comenzará a taponear la admisión del motor y afectar todo lo que la admisión conlleva y ejecuta. Las bajas velocidades angulares tienen efecto también en la transmisión hablando exactamente de una manual ya que ese juego en bajas revoluciones requiere un ajuste en los cambios de marcha realizados los cuales al ser de los primeros y no en los diseñados especialmente para tal velocidad del motor y las ruedas será dañado en sus anillos sincronizadores por lo que requeriría una reparación más pronta de lo planeada.

Para el siguiente evento mostrado en gráfica “Pedal de freno presionado por más de 10 segundos con una velocidad por encima de 30 km/h” es indudablemente un mal hábito de manejo que como ya mencionamos anteriormente, terminará por enviar al vehículo al taller más temprano que tarde. Es

importante recalcar que este evento se debe muy en la mayoría de los casos a la mala costumbre de descansar el pie en el pedal.

Se continúa con un evento bastante interesante y relacionado a la transferencia de potencia a las ruedas que es “Manejo con transmisión en neutral”. A simple vista puede parecer un evento inocente y del cual poco podría decirse acerca de, sin embargo el hecho de dejar la transmisión en punto muerto es más que un evento mecánico, y lo podemos contar también como un evento de seguridad según en donde opere el vehículo, de tal manera que dejar un vehículo en punto muerto, haciendo uso solamente del freno convencional sin que en el vehículo se sienta ese “agarre” y en su lugar se sienta “suelto” con el fin de ahorrar combustible o tener descensos veloces en alguna curva o bajada pronunciada y continua, una práctica que indudablemente pone en riesgo al operador. Ahora desde otro punto de vista y suponiendo es un descenso controlado y a corta distancia, al volver a engranar si no se hace de forma correcta y no se tiene esa experiencia para conocer el momento del cambio en función de velocidad y carga vehicular se generará una mala sincronización que es muy evidente en forma de un ruido de choque de metales con una vibración inmediata a la palanca de cambios y es ese momento cuando los engranes sincronizados entre sí, solo golpearon y rebotaron sin engranar, se producen daños como el que se muestra en la Figura 8, en donde se perdieron la mayoría de los dientes en el engrane de entrada.

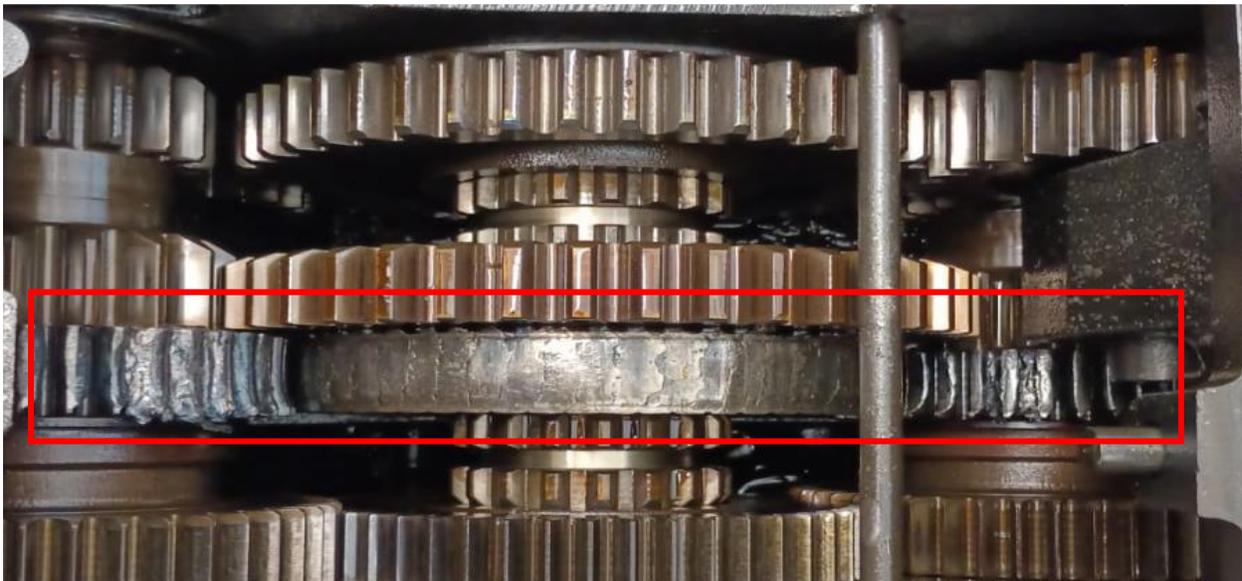


Figura 8: Daño en engranes

Calentamiento (Tonos azules y morados)

Debido al sobrecalentamiento por pérdida de lubricación y operación, se presenta un cambio en la coloración del acero en tonalidades de azul y morado denotando un sobrecalentamiento de las piezas tal y como se muestra en la Figura 9.



Figura 9: Calentamiento de piezas

Ovalamiento

Debido a la falta de lubricación, demasiada rebaba y dientes fluyendo en la transmisión se deforma un cono, tal como se muestra en la Figura 10.



Figura 10: Ovalamiento de piezas

Engranaje con daño severo

El dejar en punto muerto una transmisión manual y volver a engranar, pero de forma incorrecta va a provocar que haya demasiado esfuerzo mecánico en los dientes a lo que con la repetición continua de la maniobra y falta de aceite se llegan a perder dientes por completo tal como se muestra en la Figura 11. Si bien no solo neutralizar la transmisión daña los engranajes también lo hace arrancar con un cambio muy alto y que sumando las malas prácticas de manejo nos lleva a la destrucción de múltiples piezas y esto es notable en la Figura 11.



Figura 11: Perdida dental

Los cuales son daños evidentes e irrefutables de un mal uso del punto muerto y un mal uso de las velocidades ya que al neutralizar la transmisión en alguna bajada y querer volver a engranar más adelante, si no se hace correctamente los engranes “raspan” afectándose los dientes y teniendo perdida dental o engranes cascados posteriores a dicha actividad y teniendo evidencia de falla, cualquier garantía que el cliente quiera utilizar para este la sustitución de la pieza es anulada.

Este es un caso de los más comunes y “sencillos” en su reparación ya que en caso de seguir con esta mala práctica no solo se pueden dañar los engranes si no continuar con la flecha principal o secundaria en la caja de transmisión y fracturarla, así mismo y en casos más extremos que se han visto; la falla podría continuar por la cadena cinemática llegando hasta el motor en donde muy notoriamente se escuchará primeramente un ruido sordo y de golpeteo, la velocidad angular del motor aumentará drásticamente y con ello llegando a desbielar el motor con fracturas en el bloque y cárter por las mismas bielas fracturadas que salen disparadas.

En los siguientes eventos relacionado con el uso del embrague y que también están clasificados dentro de malas prácticas de manejo podemos predecir un desgaste prematuro del mismo por lo que se está acelerando el desgaste normal del vehículo.

Para el evento final de la diapositiva se tiene el “motor en ralentí por más de 20 minutos” y en este caso, aunque pareciera un evento un tanto inocente no lo es del todo, si bien el ralentí es necesario en vehículos diésel no es lo ideal tenerlo en ese estado por largos periodos de tiempo ya que afecta no solo el rendimiento de combustible sino también el estado del motor y lo más importante, la contaminación generada. Un excesivo ralentí genera en primera instancia y en orden de importancia una muy alta concentración de partículas contaminantes y altamente dañinas que con la llegada y actualización de la norma europea EPA 6.2 se intenta frenar de manera más agresiva la emisión de todas estas partículas entre la cuales están los óxidos de nitrógeno (NOx) y los benzopirenos que se encuentran presente en las cenizas de combustión.

Los benzopirenos al estar presentes de forma física y visible se puede restringir su paso al medio ambiente con un filtrado en el sistema de escape que detendrá todas estas partículas y necesitaría ser limpiado o en su caso reemplazado al momento del mantenimiento preventivo. Estos benzopirenos al ser respirados se pegan en las diferentes mucosas del sistema respiratorio cubriendo en su mayoría los pulmones y los cuales son altamente cancerígenos, de ahí la importancia de reducir al máximo estas partículas.

En el caso de los óxidos de nitrógeno (NOx), al ser gases requieren de una reacción química para poder eliminar sus contaminantes, debido a la falta de calidad de combustibles (entre 150 y 500 ppm de azufre) en México es que la química deja de ser ideal al término de la combustión (CO₂ y H₂O) y añade residuos no deseados y peligrosos (NOx).

Los gases NOx se conforman de otros elementos como lo son:

- N₂O Monóxido de dinitrógeno
- NO Monóxido de nitrógeno
- N₂O₃ Trióxido de dinitrógeno
- N₂O₄ Tetraóxido de dinitrógeno
- NO₂ Dióxido de nitrógeno
- N₂O₅ Pentaóxido de dinitrógeno

En búsqueda de eliminar todos estos agentes contaminantes se recurre al uso de la Urea o comercialmente llamada Adblue o Arla32, en la cual se tiene una concentración de 32.5% Urea y lo restante de agua. La urea genera una descomposición de los gases de escape a su salida, siendo inyectados por un inyector en el sistema de escape y antes del catalizador, de esta manera impactaría de primera mano con todos estos gases y terminaría por descomponerlos.

Continuando con las problemáticas de tener un vehículo en ralentí por tiempos prolongados tenemos el desgaste en distintas piezas de motor como los son: metales de biela o cojinetes, cilindro y calentamiento continuó de motor. Así mismo y montada cerca del motor se encuentra la válvula EGR y que es la encargada de recircular los gases de escape hacia la cámara para nuevamente quemarlos, y para su correcto funcionamiento al igual que un catalizador debe estar en alta temperatura para su operación, de lo

contrario no tendrá efecto alguno en la reducción de temperatura de los gases a través de las aletas internas con la intención de reducir los óxidos de nitrógeno, se genere menos hollín y reducir la temperatura para las partes operativas cercanas.

En proyectos como este también se pueden establecer cálculos estadísticos con la intención de conocer de mejor manera el comportamiento de una flota, poder predecir su futuro comportamiento pudiendo así, hacer proyecciones de distinta índole, en este caso de consumo de combustible, como se muestra en la Figura 12.

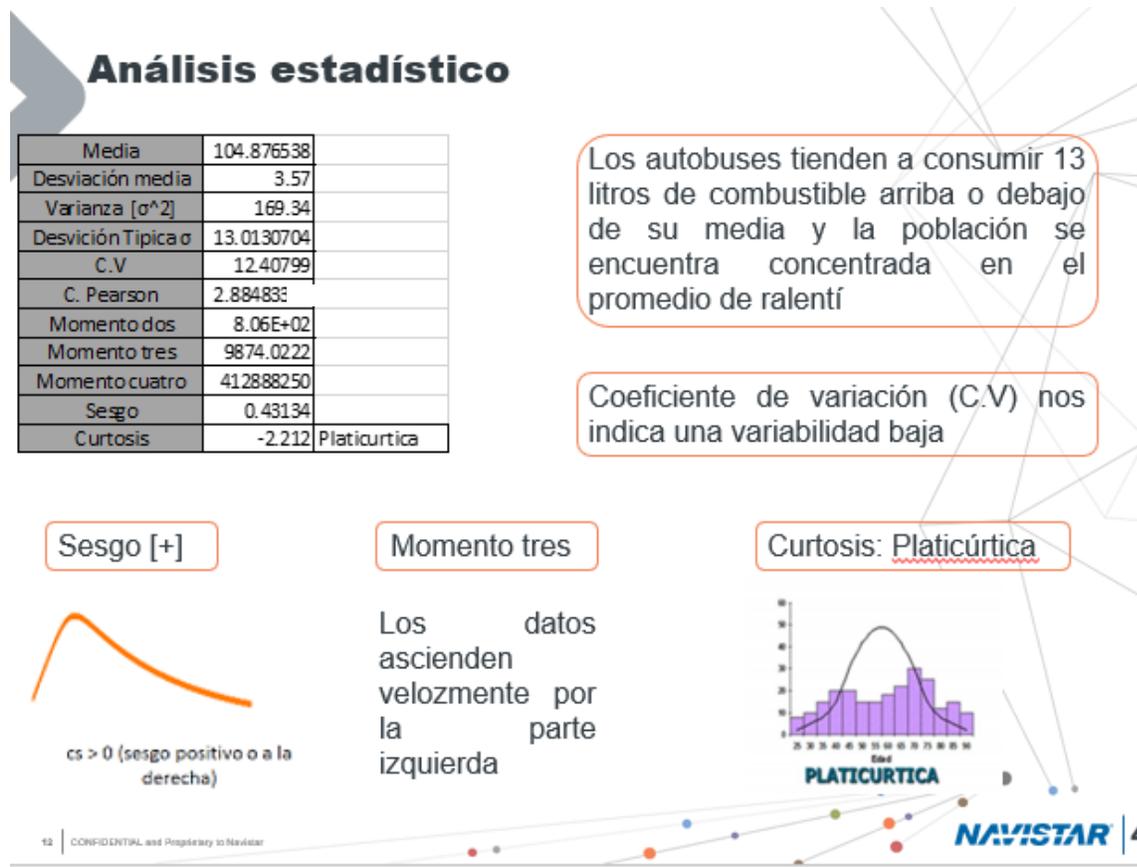


Figura 12: Análisis estadístico realizado a flota vehicular

Con base en la información presentada en la Figura 12, se puede decir que:

- La media o también conocida como promedio, siendo 104.8 litros de combustible como el promedio de consumo por vehículo en un total de 50 vehículos analizados en un periodo de un mes y que por esa condición de igual o mayor a 50 podemos tratarla como una población.
- Otros resultados obtenidos como el momento tres, el sesgo y la curtosis las cuales son medidas de asimetría nos pueden dar una semblanza de cómo se comportan los datos obtenidos, para este caso tenemos el momento tres, el cual nos habla de que tan asimétrica es una distribución normal y que va relacionada con el sesgo (error que se puede obtener en una medición), el cuál dependiendo si este se va a la izquierda o a la derecha nos estima la diferencia entre el valor obtenido o teórico y el valor real, para el valor obtenido existe un sesgo de 43% por lo cual no

vamos a minimizar el grado medio de sesgo sin embargo cabe mencionar que el sesgo siempre se encuentra presente en cualquier tipo de análisis estadístico sin importar magnitud y es que se presenta desde error de observación, de información, de cálculo, de selección, sistemático etc. Y que en la suma de ellos tendremos un 43% de sesgo, siendo este de valor positivo nos dice claramente que el análisis está midiendo por encima de los valores reales.

- El valor de curtosis el cual nos indica el grado de concentración de los valores alrededor de una zona central de la distribución y que tiene una clara representación gráfica dependiendo el valor obtenido; para este caso se obtiene el valor -2.21 correspondiente a una curtosis platicúrtica y que nos habla de un ligero levantamiento en la curva en su parte central.

La conclusión de este análisis fue tener una idea a manera muy general de cómo se comportan las diferentes unidades con las que cuenta el cliente, para conocer en donde se encuentran posicionados con exactitud y si realmente eso va con su idea de operación hablando dentro de los márgenes de combustible utilizado y poder dar la pauta para una mejora en rendimientos que al final de cuenta se traduce en menor desgaste de los distintos componentes que conforman un vehículo y que claramente nos dará más trabajo por el misma cantidad siendo esta una definición de eficiencia.

Se han realizado análisis en donde se muestran fallas al conducir el vehículo y que desencadenan a la larga, estadías más recurrentes y tardadas en los talleres de atención. Como ejemplo, podemos observar los siguientes análisis realizados.

Comenzando con este primer análisis el cual primeramente necesitamos el compilado de la información y datos arrojados por la computadora del vehículo y que podemos obtener mediante el módulo OCC, después de un filtrado, organización y presentación a los datos generados obtenemos la Tabla 2, en donde estamos analizando tres vehículos a manera de comparativa en un periodo de un mes.

Tabla 2. Eventos arrojados por OCC para tres vehículos en un mes

Evento	NN595848	NN155492	NN497492
Brake pedal pressed for above 10 sec and speed was above 30km/h	48	803	66
Adblue less than 12%	0	6	0
Adblue less than 25%	0	5	1
Accelerator Pedal Position above 50% vehicle stop	25	28	14
Clutch press for more than 20 sec while vehicle in motion above 30 Km/h	0	5	20
Clutch press for more than 30 sec while vehicle stop	199	317	271
Rpm above 1400 coolant temperature less than 60	28	24	33
High engine speed in low torque (After green zone)	181	273	119
High fuel consumption drive - rpm above the green band more than 30sec	1154	2266	1789
Acceleration High level	0	1	138

Como podemos observar se tiene un conteo de eventos sucedidos en un mes en donde el vehículo con VIN NN155492 es el que tiene más altos índices de fallas al manejar, de esta manera también podemos predecir sin tanto problema las fallas que podría presentar el vehículo y en cuanto tiempo, es decir, si un embrague tiene una vida útil de 80,000 Km y estos números se siguen conservando estables mensualmente con el evento podemos obtener una cantidad en Km y con esos dos datos poder hacer una estimación del momento de falla del embrague. La idea de estos resultados que son a petición de quien maneja la flota, el cliente, una empresa, etc. es dar a conocer cual operador es el que necesita ser capacitado para reducir los malos hábitos de manejo y de esta manera llevar a todos los números hacia abajo aumentando el tiempo efectivo de operación vehicular. Otro uso que se le puede dar a esta información es negar alguna garantía que intente ser tramitada bajo la premisa de falla en el producto pues teniendo el conteo de eventos, un kilometraje y tiempo que se efectuó se puede rechazar tal garantía si existen las cantidades suficientes de conteos, kilómetros y tiempos. Es ideal tratar de tener estos conteos lo más bajos posibles pues es imposible no tenerlos y la razón es la seguridad del operador y la salud del vehículo, a modo de ejemplo, una alta incidencia en frenados continuos y largos sin una revisión periódica de estos conllevan a accidentes que pueden ser evitados con un buen manejo y una revisión

constante por lo que no debemos de confiarnos de esta información, más bien debemos tener especial atención en estos puntos mostrados.

Usualmente cuando se da este tipo de información se ofrecen también recomendaciones con la intención de no dejar al cliente con el problema o con dudas de cómo proceder a reducir estos eventos al mínimo posible, son recomendaciones personalizadas para los eventos obtenidos y se muestran a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3. Sugerencias dadas al cliente para reducción de daños y accidentes

Evento	Sugerencia(s)
Brake pedal pressed for above 10 sec and speed was above 30km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Uso del pedal de freno para exclusivamente desacelerar la unidad • Uso de cambios descendentes • Uso del freno de motor • Mayor espacio entre la unidad y los vehículos delanteros
Adblue less than 12%	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de niveles de Urea antes de realizar un trayecto, un bajo nivel de Urea (<25%) conlleva a disminución de potencia del motor
Adblue less than 25%	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de niveles de Urea antes de realizar un trayecto, un bajo nivel de Urea (<25%) conlleva a disminución de potencia del motor
Accelerator Pedal Position above 50% vehicle stop	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar la aceleración de la unidad mientras se encuentra detenida • En el arranque de la unidad no es necesario el calentamiento del motor mediante aceleración, mantener el motor funcionando a su ritmo alrededor de 7 minutos es suficiente para su calentamiento y salud del motor • Al término del trayecto evitar acelerar la unidad para circular aceite y así enfriar el turbo, la unidad en ralentí antes de ser apagada es capaz de enfriar el turbo, limpiar mediante el aceite las venas de lubricación, las flechas de la turbina, etc.
Clutch press for more than 20 sec while vehicle in motion above 30 Km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Uso del embrague solo para despegue de la unidad, así como para realizar cambios, evitar el uso de este cuando la unidad ya despegó. • Evitar poner el pie en pedal de clutch, descansar el pie en posapiés • Mayor espacio entre la unidad y vehículos delante para evitar presionar el embrague, como, por ejemplo; subidas prolongadas
Clutch press for more than 30 sec while vehicle stop	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar presionar el pedal del clutch cuando la unidad está detenida • Evitar poner el pie en pedal de clutch, descansar el pie en posapiés
Rpm above 1400 coolant temperature less than 60	<ul style="list-style-type: none"> • Esperar el correcto calentamiento del motor • Revisión de niveles de anticongelante; un llenado excesivo dificulta el calentamiento de la unidad y aumento de presión, un llenado pobre aumenta la temperatura de la unidad y un esfuerzo mayor de la bomba. • Evitar el rellenado con agua, especialmente en zonas frías, el aumento en nivel de agua supone un 9% de expansión en su volumen, lo que conlleva a posibles fracturas o fisuras en diferentes zonas.

High engine speed in low torque (After green zone)	<ul style="list-style-type: none"> • Si no es requerida una gran demanda de potencia, reducir revoluciones del motor a la zona verde (1030-1180) para un mejor consumo de combustible. • En caso de requerir el mejor desempeño del motor, subir revoluciones a zona amarilla Performance (1300-1500). • En caso de necesitar buena acción del motor sin sacrificar combustible llevarlo a zona de Balance (1180-1300). <p>(Ver apéndice 3)</p>
High fuel consumption drive - rpm above the green band more than 30sec	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener el régimen de revoluciones en zona verde y de esta manera minimizar el consumo
Acceleration High level	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar aceleraciones agresivas de la unidad (aún más con la unidad en frío); un manejo agresivo conlleva mucho estrés para la transmisión sea estándar o automática, estrés para discos, tambores y pastillas de freno en donde su reemplazo sea más pronto de lo pensado

Por otro lado, y haciendo referencia a otra área de estudio de la ingeniería mecánica, se realizó un estudio a la transmisión de Citystar 5 debido a que su rendimiento de combustible no era adecuado y se encuentra en desventaja con la competencia directa ISUZU, independientemente de su operación que beneficia o perjudica el rendimiento en Km/L comencé por realizar un análisis a la transmisión conociendo de esta manera cuál es su velocidad máxima y que carga aerodinámica representa esta velocidad por lo que con base en datos de las transmisión ZF de este vehículo y motor mostrados en la Figura 13 y Figura 14 se procede con los cálculos.

Standard mechanical ratios in gear

Gear	1	2	3	4	5	6	7	8	R
Ratio	4.89	3.12	2.03	1.64	1.25	1.00	0.84	0.64	-4.25

Figura 13. Relaciones de transmisión

	<p>Cummins ISF 3.8 lts. Sistema de inyección de riel común Potencia máxima 154 hp. @ 2,600 rpm. Torque máximo 368 lb.-ft. @ 1,200-1,900 rpm. Desplazamiento 3.8 lts. Emisiones Euro 5 SCR (uso de UREA) Freno de escape estándar Opción: Nivel de emisiones Euro VI</p>
<p>EJE TRASERO</p>	<p>Capacidad: 6,600 kg. Paso diferencial: 4.33</p>

Figura 14. Datos de motor

Comenzando por la superficie del vehículo que tiene el contacto directo con la masa de aire a desplazar se realiza el cálculo de la superficie con base en las especificaciones del vehículo a continuación en la Figura 15.

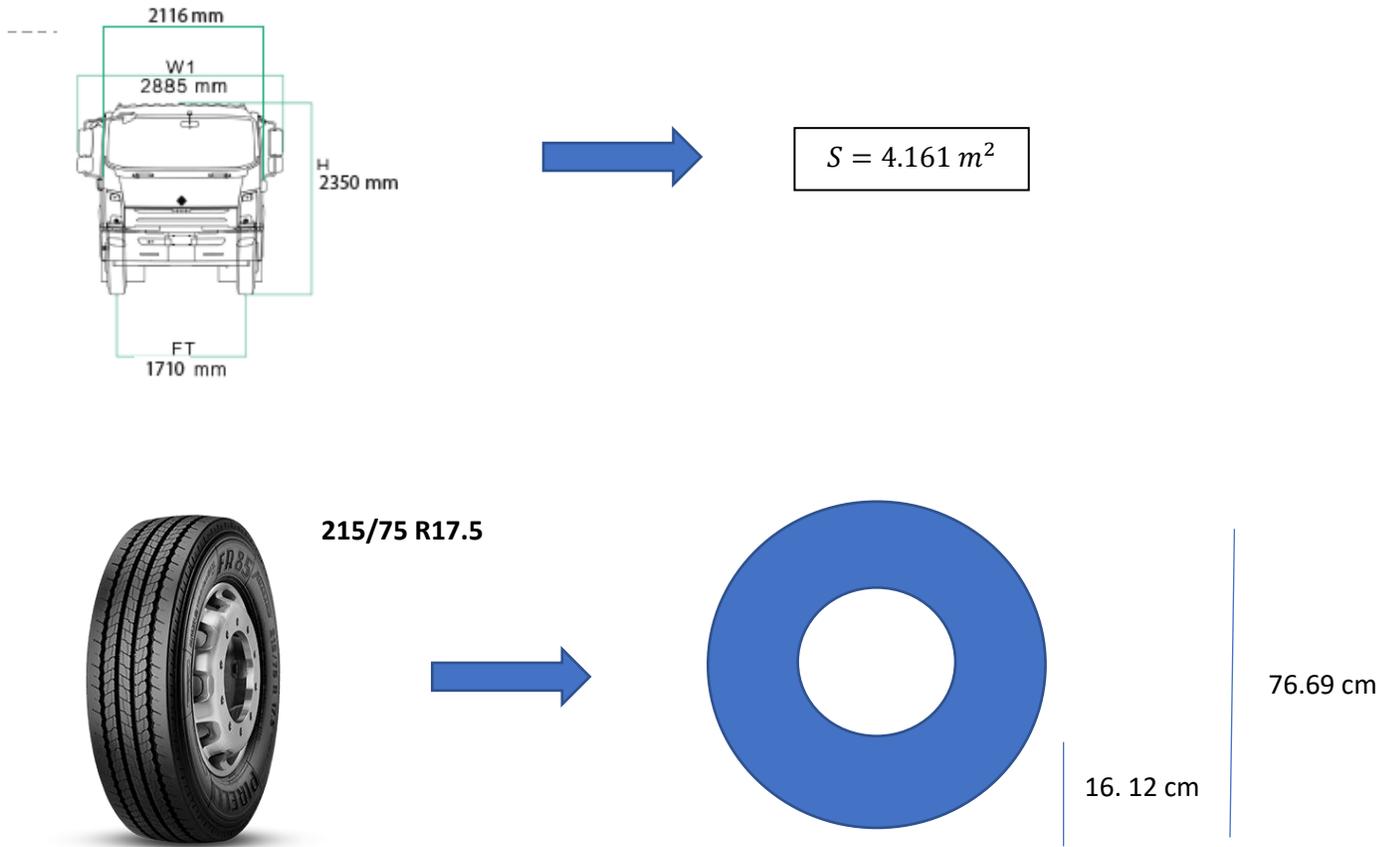


Figura 15. Especificaciones del vehículo y área de contacto aerodinámica

Capítulo IV

Análisis de fluido computacional

Otro tipo de análisis realizado para este vehículo es de fluido computacional (CFD) con la intención de conocer la resistencia aerodinámica que ofrece ya que a simple vista se puede observar que el vehículo no cuenta con un adecuado paquete aerodinámico que le ayude a mitigar los efectos del viento a ciertas velocidades, así mismo no solo observar las líneas de flujo también las caídas o subidas de presión a las que se enfrenta en su avance, también es posible observar la vorticidad que su desplazamiento genera y con esto darnos un indicativo de porque su consumo de combustible es más elevado que el de la competencia y que si bien el vehículo no está diseñado para ir a altas o medias velocidades en carretera es importante resaltar que evitar un adecuado diseño aerodinámico marcará una diferencia en velocidad máxima y rendimiento de combustible que invariablemente afectará en su desempeño.

A continuación, se muestran resultados del análisis de flujo realizado en SolidWorks Flow Simulation para presión, velocidad, vorticidad y líneas de flujo a una velocidad de 80 km/h sin ninguna caja acoplada al vehículo, con la intención de demostrar que tan eficiente es su diseño aerodinámico.

Primeramente, se mostrará el isométrico del vehículo, así como sus caras en las Figura 16, Figura 17, Figura 18 y Figura 19.

Definiendo los límites de cálculo visibles en forma de un prisma encerrando el vehículo, de tal manera que los resultados y los cálculos serán visibles en este espacio y que es mostrado en la Figura 16.

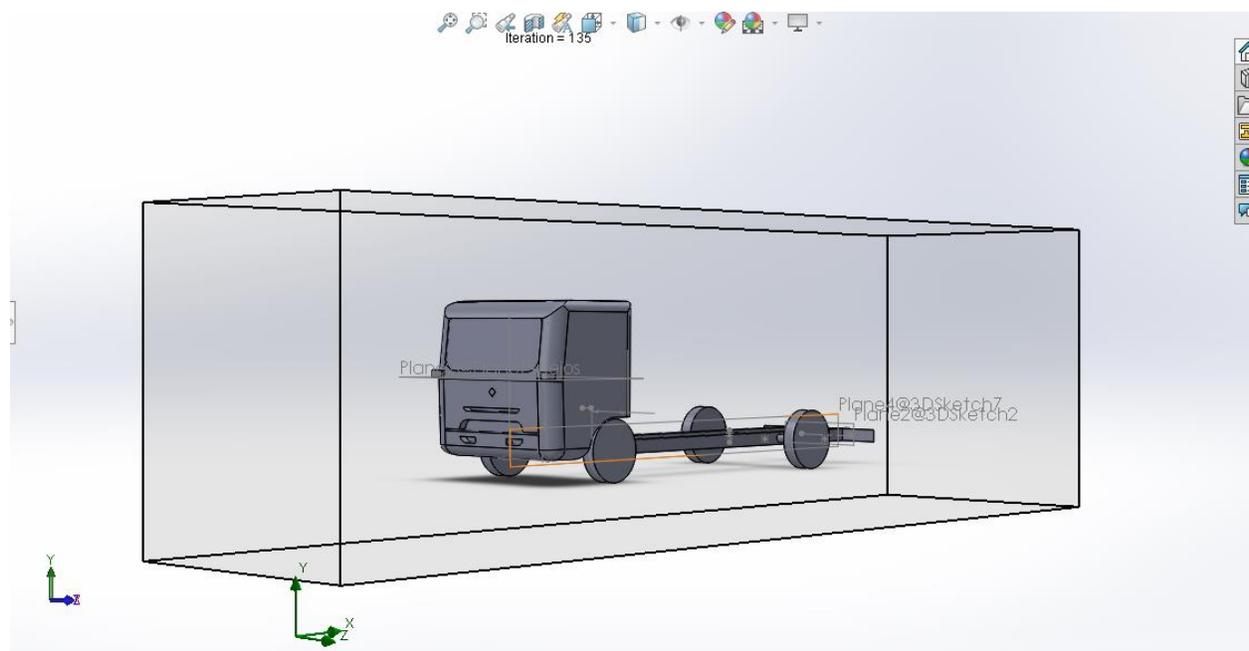


Figura 16. Vista isométrica

En la Figura 17 se puede apreciar una vista frontal del vehículo en el eje YZ en donde el vehículo se ve enmarcado por el área de cálculo en forma de prisma rectangular.

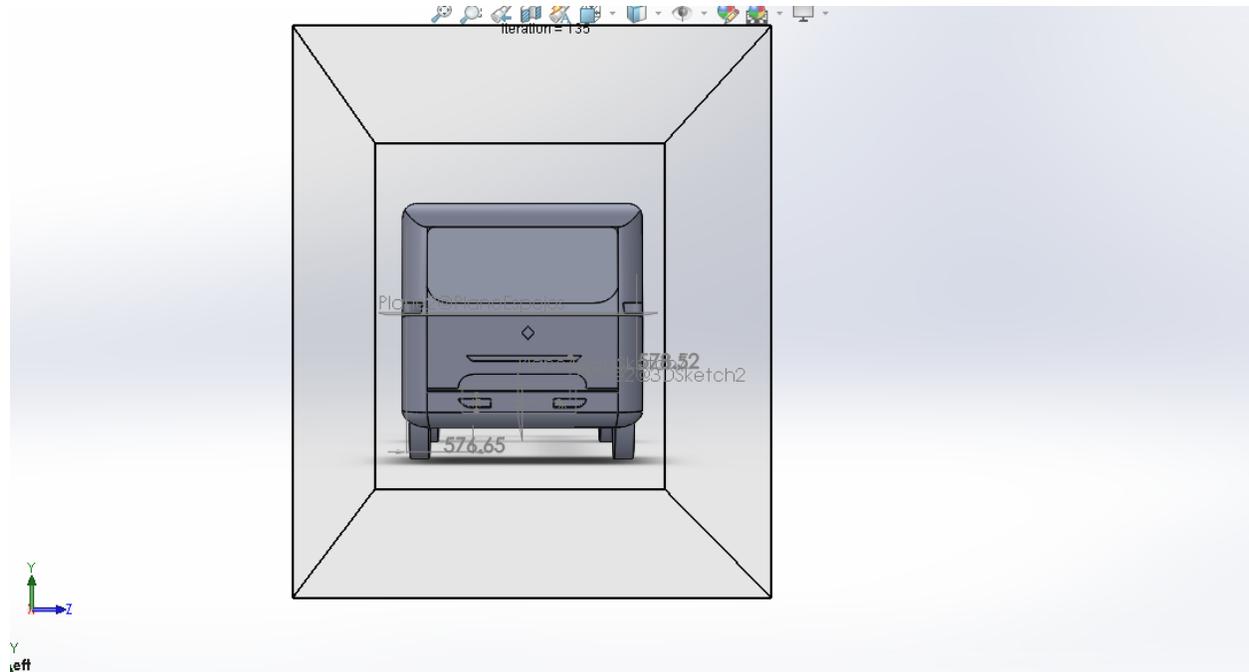


Figura 17. Vista frontal

En la Figura 18 podemos observar el alzado del vehículo en los ejes XZ, mostrando la vista superior del área de cálculo.

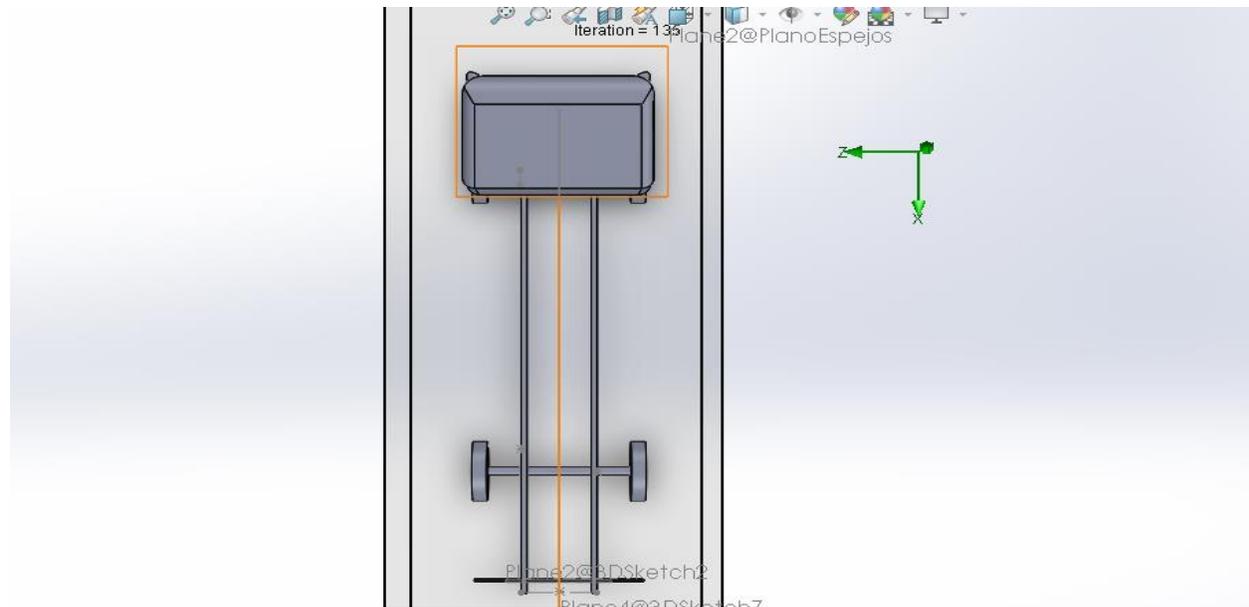


Figura 18. Vista superior

Y finalmente la vista trasera del vehículo en la Figura 19 con vista en el eje XY apreciando solo la cabina y chasis vehicular.

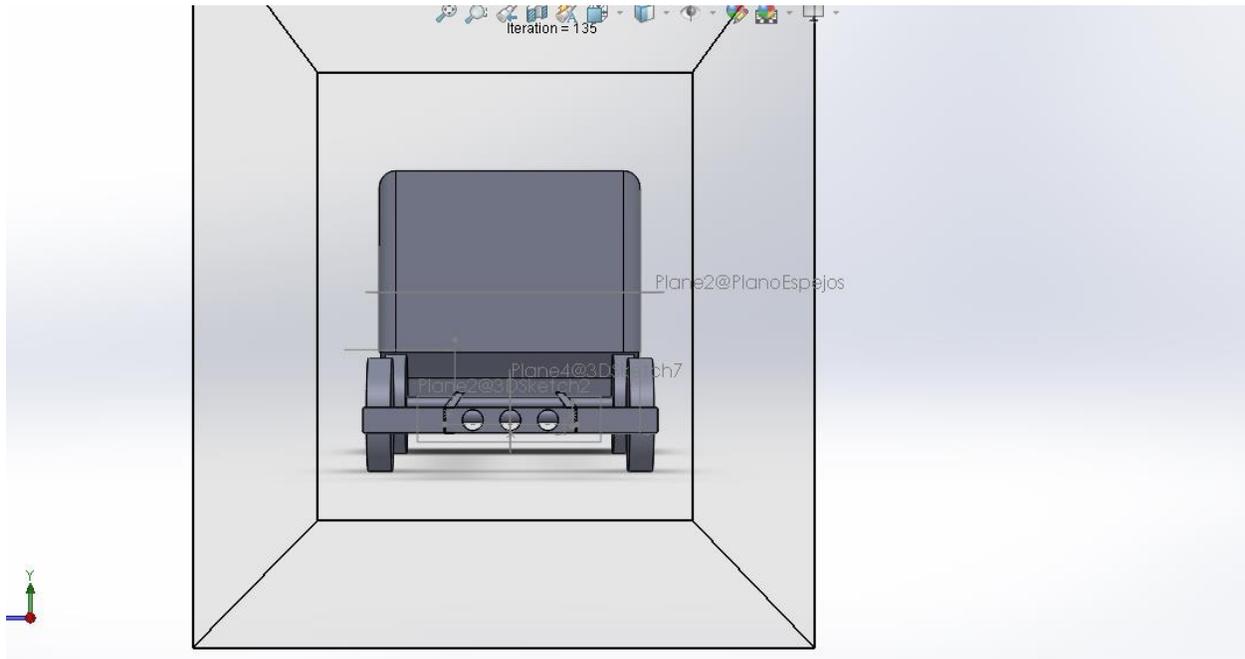


Figura 19. Vista trasera

Se procede a realizar un mallado seis de tal manera que donde el vehículo tenga contacto con la malla esta se refine y el cálculo sea más preciso a costa de tiempo de cálculo, como se puede observar en la imagen, en zona de contacto la malla se hace más pequeña y podemos observarla en la Figura 20.

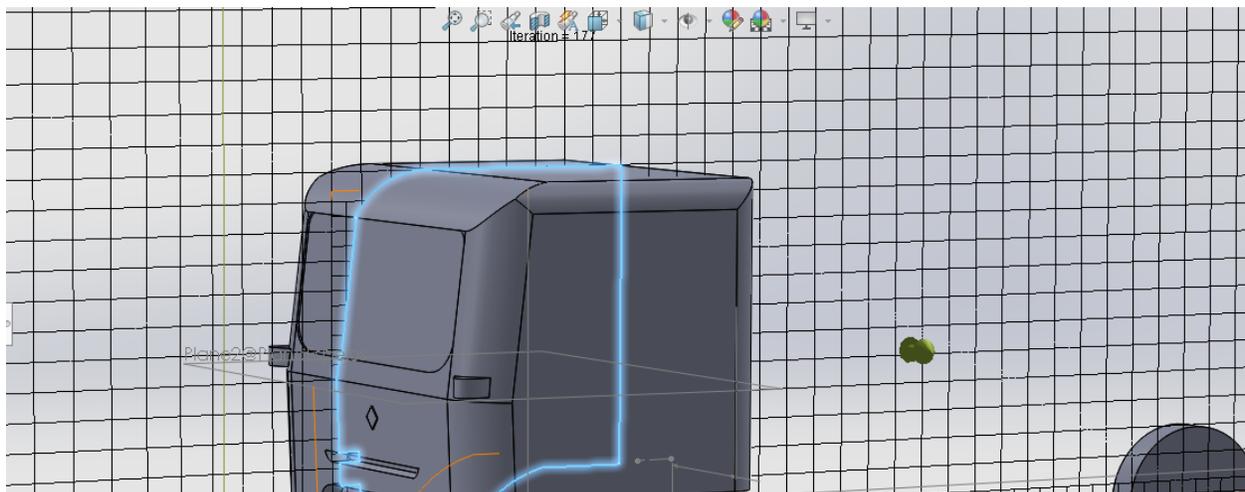


Figura 20. Mallado

Se muestra la Figura 21 en donde se puede notar la cantidad de iteraciones realizadas por el software para el cálculo de los parámetros, siendo un total de 177 iteraciones.

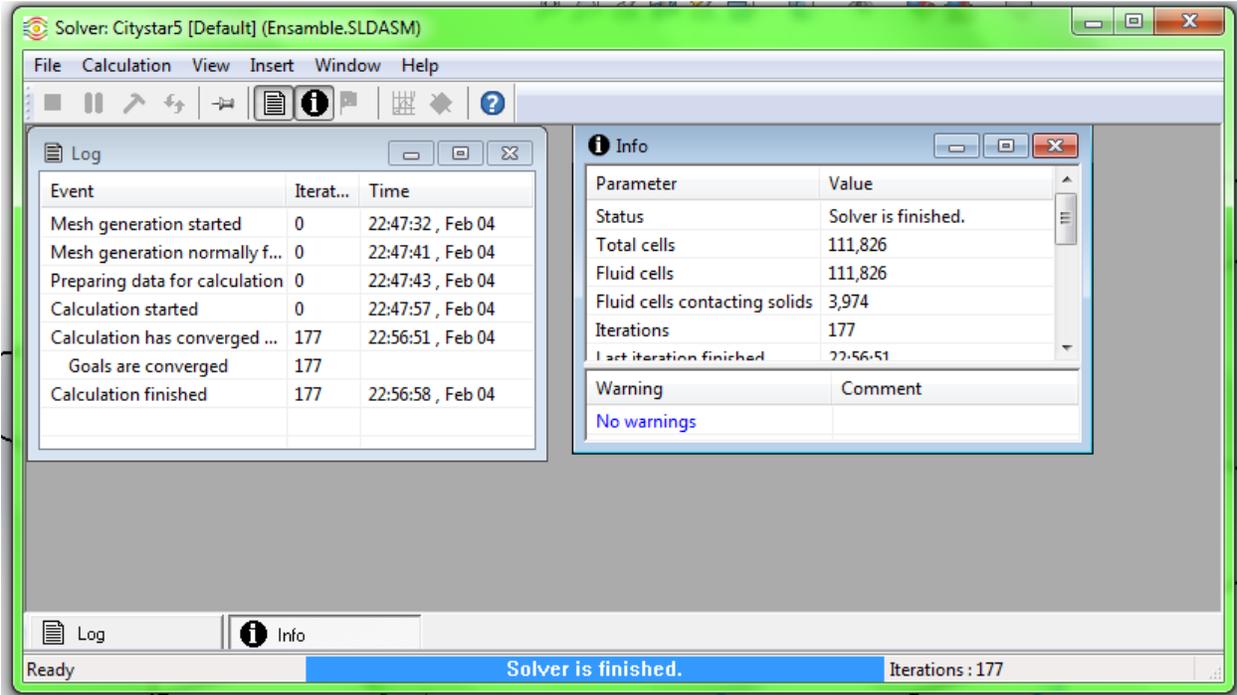


Figura 21. Iteraciones de cálculo

Anexando imágenes de la simulación realizada podemos observar que:

En primera instancia tenemos la captura para el comportamiento de la presión alrededor del vehículo a una velocidad de 80 km/h vista desde la lateral mostrada en la Figura 22.

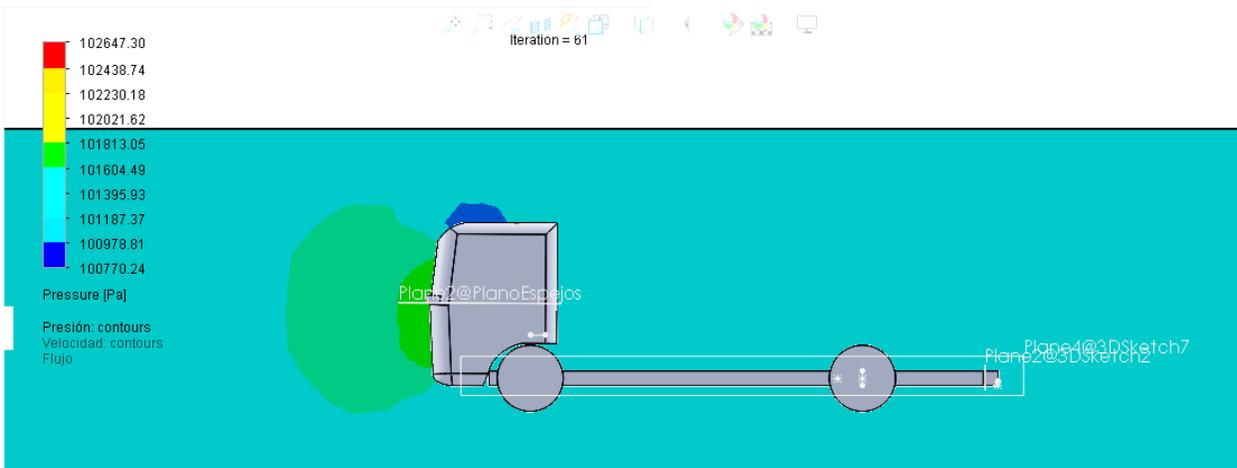


Figura 22. Presión alrededor del vehículo

En la Figura 23 se observa una vista alzada del vehículo mostrando el aumento y reducción de presión según la anatomía vehicular.

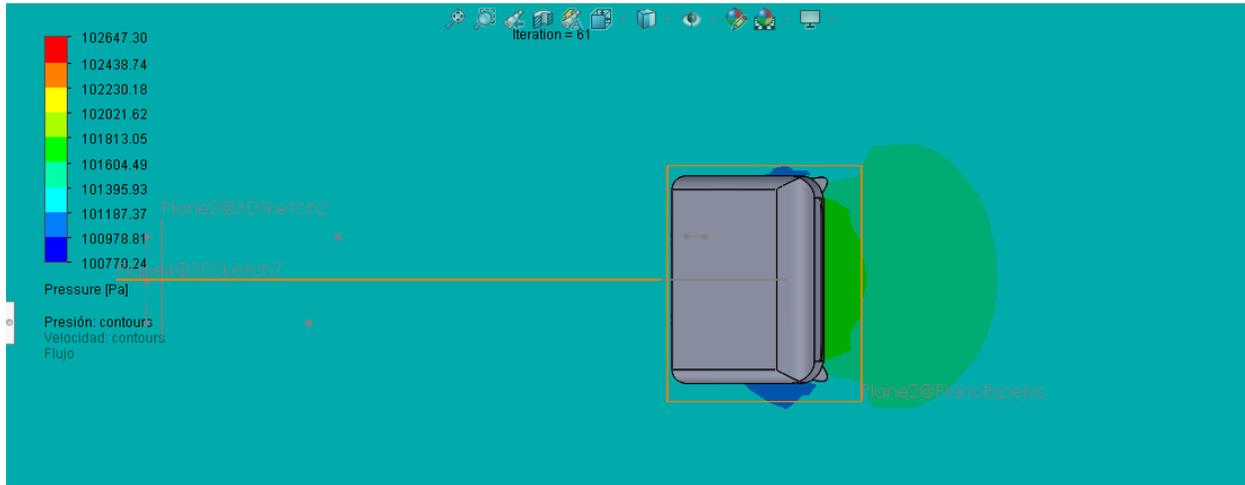


Figura 23. Presión alrededor del vehículo vista superior

Podemos observar y de acuerdo con la escala, que la presión siendo uniforme desciende y asciende en dos zonas en especial, el frente se ve con un aumento en la presión y es observable una caída detrás de las bases para los retrovisores tocando parte de las puertas. Invariablemente al haber una disminución de presión comienza a haber otra presión que logra el equilibrio, pero negativa (-P) que frena el avance del vehículo y aunque esta presión sea pequeña en comparación con las dimensiones del vehículo, es una resistencia más a vencer.

La Figura 24 muestra el comportamiento del fluido alrededor del vehículo en donde es apreciable y altas y bajas velocidades que invariablemente nos van a llevar a la presión acorde al Teorema de Bernoulli. El vehículo crea demasiada resistencia por delante y detrás de él.

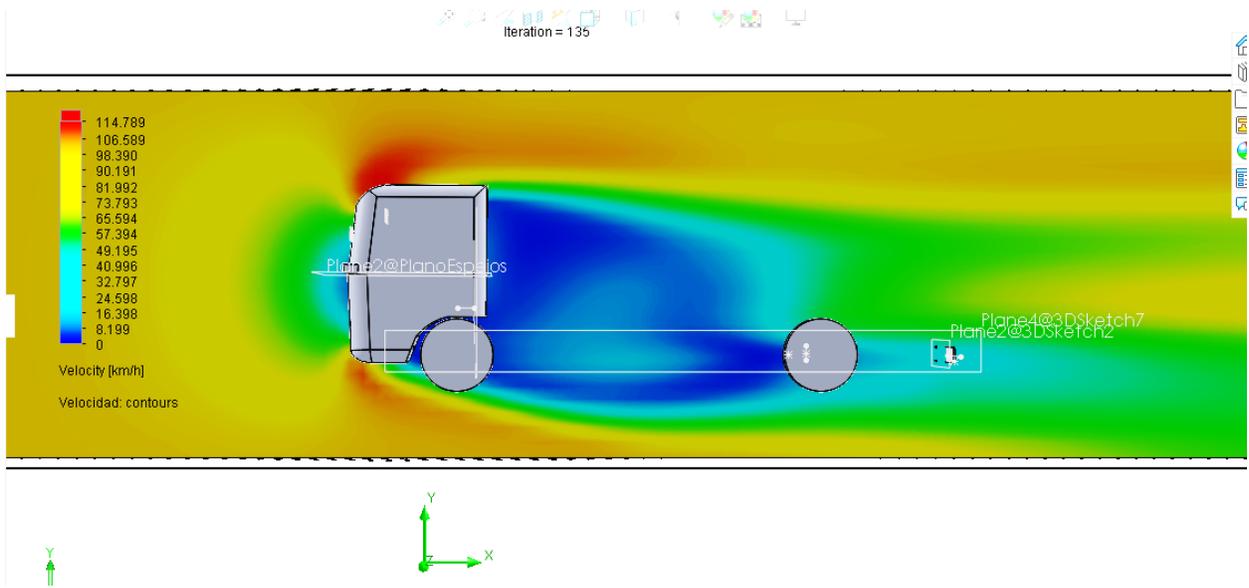


Figura 24. Velocidad del flujo

En la Figura 25 se destaca en la vista alzada el aumento y reducción de velocidad antes y después de la cabina.

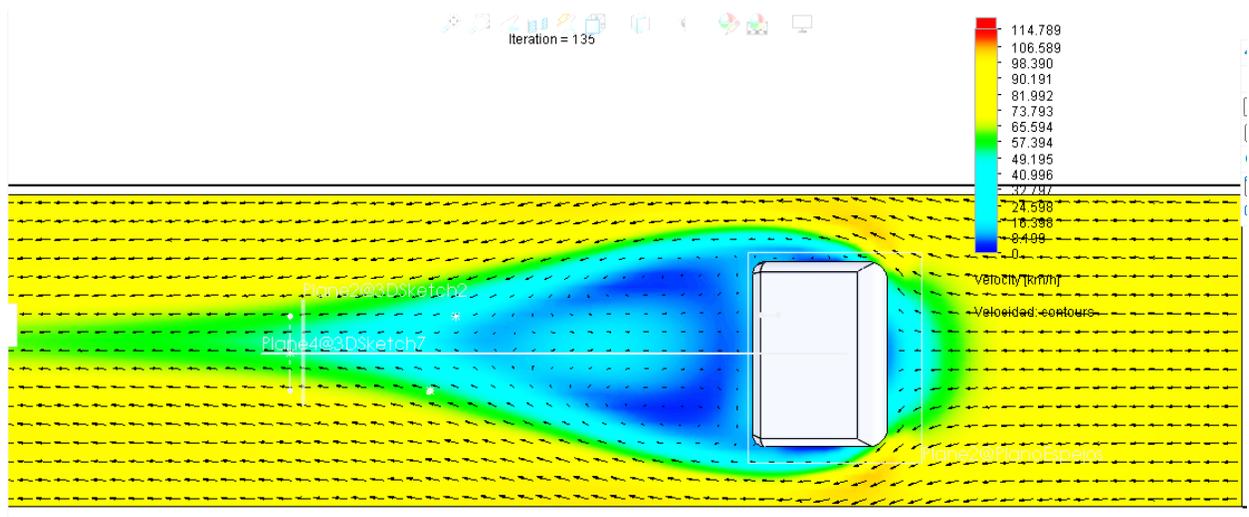


Figura 25. Flujo detrás de la cabina

La caída en la velocidad del viento indica una subida de presión y viceversa, la velocidad del viento cayó detrás y delante del vehículo, es observable que la aerodinámica de la unidad no es adecuada o al menos requeriría un paquete aerodinámico adicional como pueden ser difusores.

Finalmente, para esta simulación se anexa la visualización de la vorticidad en la Figura 26 mostrando las líneas de flujo y como estas se comportan al no encontrar nada detrás del vehículo, las cuales tienden a

hacer remolinos que representan una resistencia a vencer por parte del motor, los cambios de color representan un cambio en el rango de la vorticidad en 1/S.

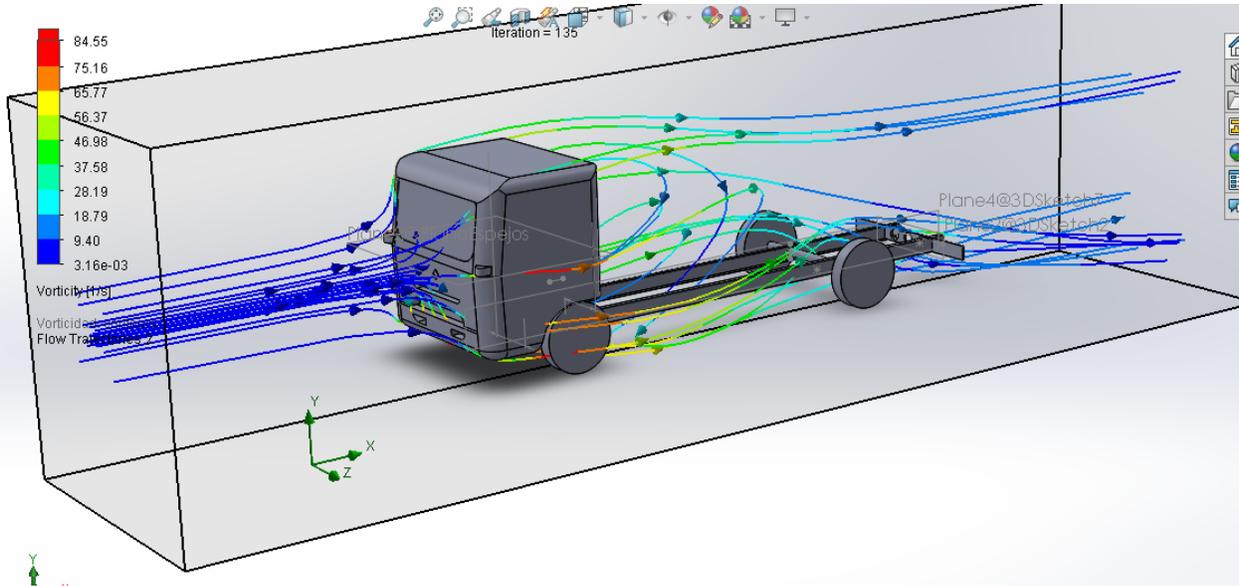


Figura 26. Vorticidad detrás de cabina

La vista superior del comportamiento de la vorticidad en la Figura 27 nos da una mejor semblanza de cómo se está comportando el fluido al pasar por la cabina del vehículo.

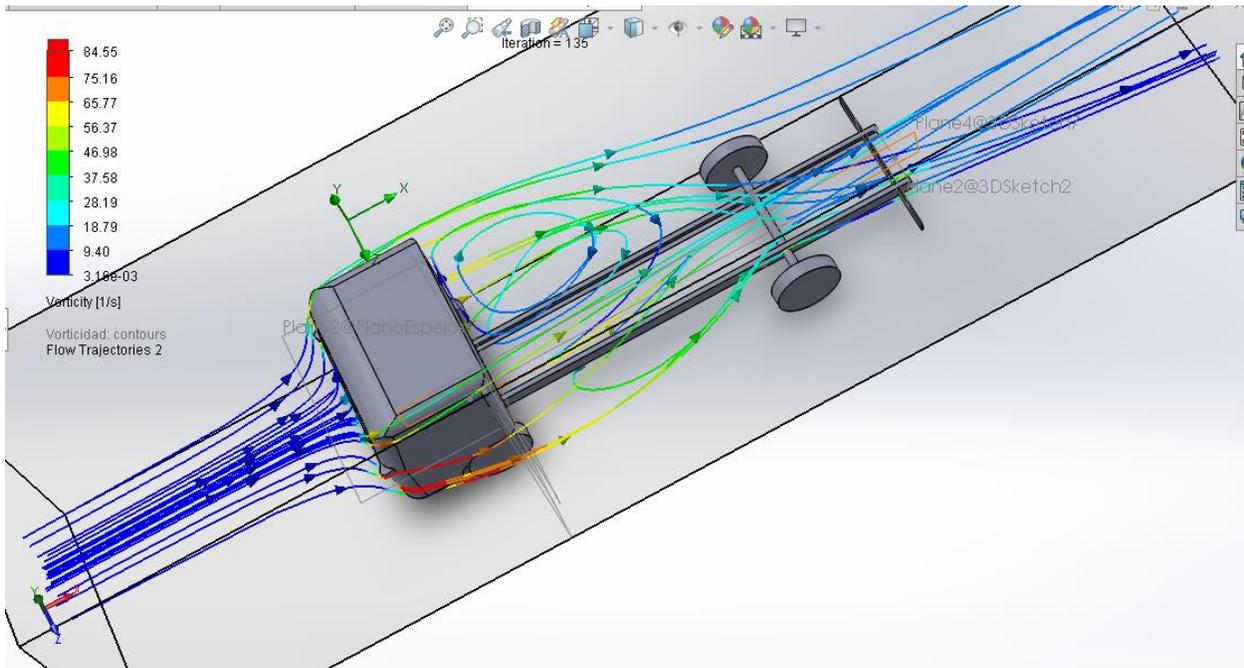


Figura 27. Vorticidad detrás de cabina, vista superior

Una vista lateral de la unidad es visible en la Figura 28 y que cambiando la forma en que se muestra la vorticidad siendo líneas corridas en lugar de flechas nos apegan al entendimiento del fenómeno ya que lateralmente podemos observar en qué lugar teóricamente tienen origen ciertos vórtices.

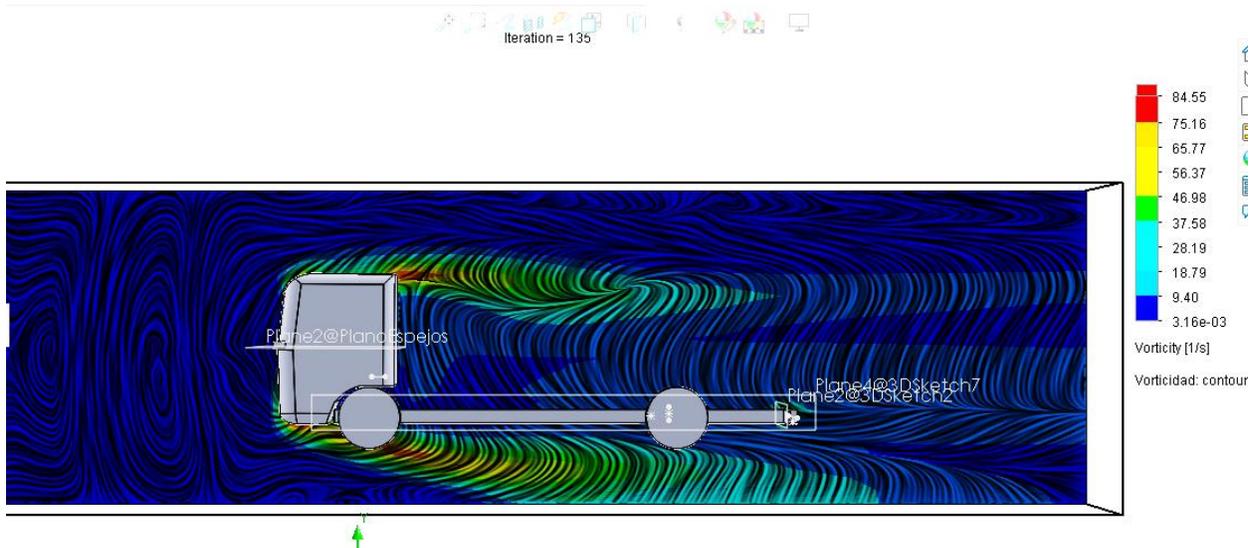


Figura 28. Vorticidad vista lateral

En la Figura 29 se observa en blanco y negro la vorticidad y fuentes de origen vistas de manera lateral.

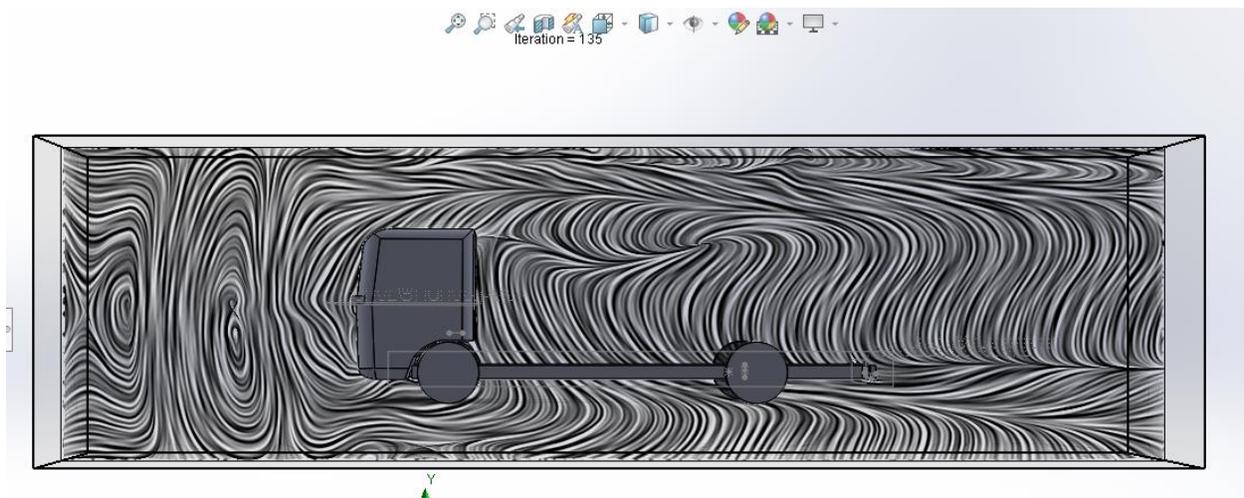


Figura 29. Vorticidad general

Finalmente, una vista superior de la vorticidad a color destacando el comportamiento de las líneas de flujo en la Figura 30.

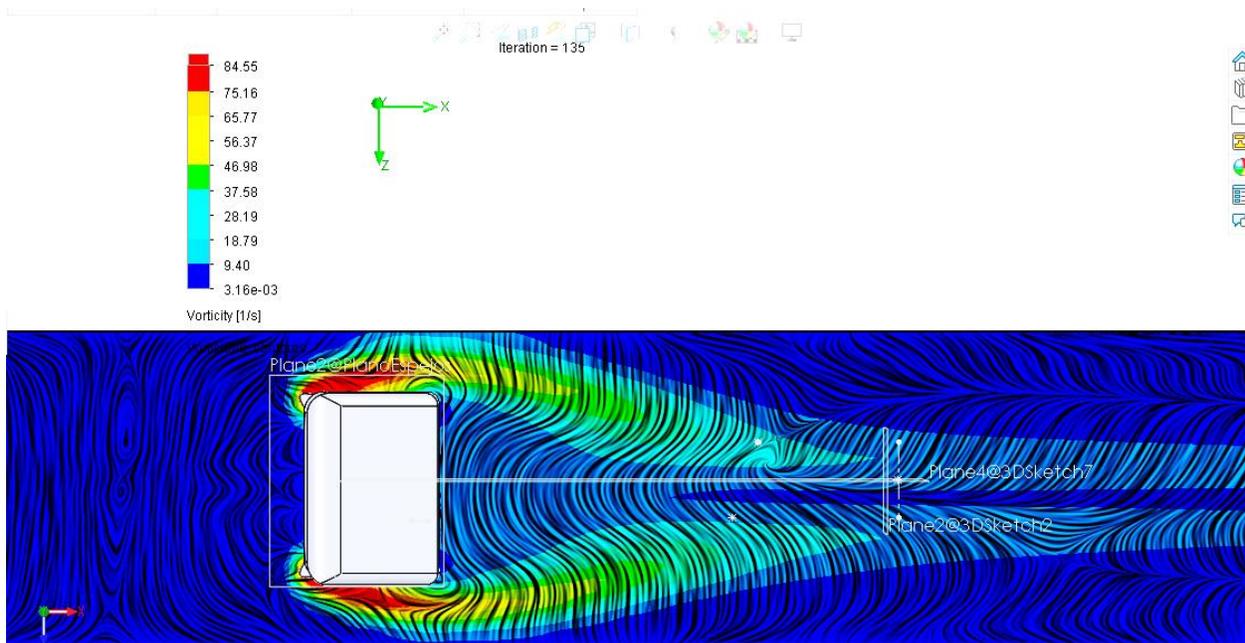


Figura 30. Vorticidad a color vista superior

Análisis de resultados

Haciendo una inspección visual a las líneas de flujo podemos observar y tomar en cuenta que:

El aire en nuestro entorno la mayoría de las veces se encuentra en estado estacionario y con un número de Reynolds (Re) menor a 2000 lo que indica ser un flujo laminar, y que, mediante efectos meteorológicos este número cambia a en transición ($2000 < Re < 4000$) o turbulento ($Re > 4000$).

Considerando para esta parte un estado estacionario y laminar en el viento se pueden hacer las siguientes observaciones sobre la imagen:

El vehículo desplazándose a una velocidad entre 100 km/h y 80 km/h se encuentra con una gran cantidad de aire a desplazar en donde tiene que hacer uso de su tren de potencia y su paquete aerodinámico para superar tales resistencias.

Al contacto con la parte frontal del vehículo se observa una caída súbita en la velocidad del viento a 16 km/h debido al gran impacto sobre la superficie, esto invariablemente nos va a llevar al teorema de Bernoulli; un aumento en la velocidad del flujo provoca una caída de presión y viceversa por lo que se genera una presión negativa en el frente que detiene al vehículo.

Es observable un gradiente de velocidades alrededor del vehículo en donde otra caída de presión se encuentra detrás de la cabina generando otra presión negativa que detiene al vehículo.

La vorticidad definida como la tendencia que tiene un fluido a ejercer un giro, a manera muy visible en la primera imagen se puede observar cómo se comporta el viento al pasar por el vehículo y que esto merma la velocidad y rendimiento de este.

Las imágenes sugieren que la falta de aerodinámica vehicular afectan invariablemente al producto y que debido a que es un vehículo ya en fabricación que no es posible cambiarlo y generar una nueva carrocería por sus altos costos de producción siendo comprobado de manera computacional (CFD), si es posible que el vehículo salga de serie con aditamentos adicionales como puede ser difusores y deflectores que dirijan el flujo hacia afuera con la intención de que al desplazarse el fluido no se altere ($Re > 2000$) y se mantenga lo más laminar posible con la menor resistencia al avance. Recordando que no es suficiente con un análisis CFD, se debe complementar también con un experimento en túnel de viento, así como cálculos teóricos con la intención de llegar a la mejor solución posible con el menor gasto en desarrollo.

Continuando con el análisis es conocido también que en la transmisión recae un peso importante, como lo es el rendimiento de combustible y desempeño, por tal razón es que los fabricantes sustituyen una transmisión manual por una automática de cualquier tipo, en especial CVT por su gran ahorro de combustible.

Para el comienzo de tal análisis podemos empezar por una hoja de cálculo realizada en MathCad, en donde podemos observar desde el cálculo de la rueda, cálculo de resistencia aerodinámica, potencia necesaria del motor para superar tal resistencia y velocidades final del vehículo.

$$\text{Resistencia aerodinamica} = \frac{\rho S C_x V^2}{2} = Ra$$

En donde:

ρ = densidad del aire

S = Superficie de contacto

C_x = Coeficiente de arrastre aerodinamico

V = Velocidad

r = Radio de llanta

$$g := 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$S := 4.161 m^2$$

$$C_x := 1.05$$

$$\rho := 1.29 \frac{kg}{m^3}$$

Con el siguiente calculo se puede conocer la resistencia aerodinamica que se genera al ir el vehiculo a su maxima velocidad (100 Km/h)

$$V := 27.77 \frac{m}{s}$$

$$Ra := \frac{\rho \cdot S \cdot C_x \cdot V^2}{2} = (2.173 \cdot 10^3) N$$

Directamente de este resultado podemos obtener la potencia necesaria para vencer la resistencia del viento a tal velocidad, calculando tambien la masa que representa moverse a esta velocidad

$$m := \frac{Ra}{g} = 221.528 kg$$

$$P := \frac{\rho \cdot S \cdot C_x \cdot V^3}{2} = (6.035 \cdot 10^4) W$$

De Watts a Caballos de fuerza

$$P_{hp} := \frac{P}{747 \text{ W}} = 80.789$$

Potencia unicamente requerida en Hp para poder mover el vehiculo a 100 Km/h

El siguiente paso será obtener la curva característica para la transmisión con base en los datos del motor a potencia máxima y calculando las velocidades angulares en las llantas

Teniendo como base las formulas:

$$W_{rueda} = W_{motor} \left(\frac{1}{rdif \cdot rt} \right)$$

$$V = W_{rueda} * r$$

En donde

W_{rueda} = Velocidad angular de la rueda

W_{motor} = Velocidad angular del motor

$rdif$ = Relación del diferencial

rt = Relación de transmisión

V = Velocidad

r = Radio de rueda

$$r := 0.3834 \text{ m} \quad rdif := 4.33 \quad rt1 := 4.89 \quad rt2 := 3.12 \quad rt3 := 2.03$$

Relación 6

$$W6rueda := Wmotor \cdot \left(\frac{1}{rdif \cdot rt6} \right) = 600.462 \frac{1}{min} \cdot rev$$

$$V6 := W6rueda \cdot \left(\frac{2 \pi}{rev} \right) \cdot \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) \cdot r = 86.79 \frac{km}{hr}$$

$$V1 := W1rueda \cdot \left(\frac{2 \pi}{rev} \right) \cdot \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) \cdot r = 17.748 \frac{km}{hr}$$

Relación 2

$$W2rueda := Wmotor \cdot \left(\frac{1}{rdif \cdot rt2} \right) = 192.456 \frac{1}{min} \cdot rev$$

$$V2 := W2rueda \cdot \left(\frac{2 \pi}{rev} \right) \cdot \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) \cdot r = 27.817 \frac{km}{hr}$$

Relación 3

$$W3rueda := Wmotor \cdot \left(\frac{1}{rdif \cdot rt3} \right) = 295.794 \frac{1}{min} \cdot rev$$

$$V3 := W3rueda \cdot \left(\frac{2 \pi}{rev} \right) \cdot \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) \cdot r = 42.754 \frac{km}{hr}$$

Relación 4

$$W4rueda := Wmotor \cdot \left(\frac{1}{rdif \cdot rt4} \right) = 366.135 \frac{1}{min} \cdot rev$$

$$V4 := W4rueda \cdot \left(\frac{2 \pi}{rev} \right) \cdot \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) \cdot r = 52.921 \frac{km}{hr}$$

Relación 5

$$W5rueda := Wmotor \cdot \left(\frac{1}{rdif \cdot rt5} \right) = 480.37 \frac{1}{min} \cdot rev$$

$$V5 := W5rueda \cdot \left(\frac{2 \pi}{rev} \right) \cdot \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) \cdot r = 69.432 \frac{km}{hr}$$

Habiendo calculado las velocidades finales, se obtiene una gráfica (Geogebra) de velocidades en donde se observa el comportamiento de la transmisión al subir la velocidad angular y hacer cambio de marcha, esta

serie de cálculos se puede ver representada en la Figura 31, la curva característica describe el comportamiento de la transmisión según la velocidad angular del motor, la velocidad del vehículo y la relación de transmisión utilizada. En la Figura 31 se pueden observar ciertas caídas de velocidades angulares conforme se avanza en el cambio de la transmisión, lo ideal es una curva con ascendencia estable para tener un buen consumo y buena transferencia de par a las ruedas, en este caso el consumo incrementa al exigir el motor en el cambio 4 con la intención de obtener más par de arranque y estabilización, haciendo notar que el cuarto cambio es el más alto y pegado a la línea rosa de potencia máxima del motor, en donde recordando que superar la velocidad angular necesaria no nos da más par ni potencia, al contrario, se reduce y se consume más combustible.

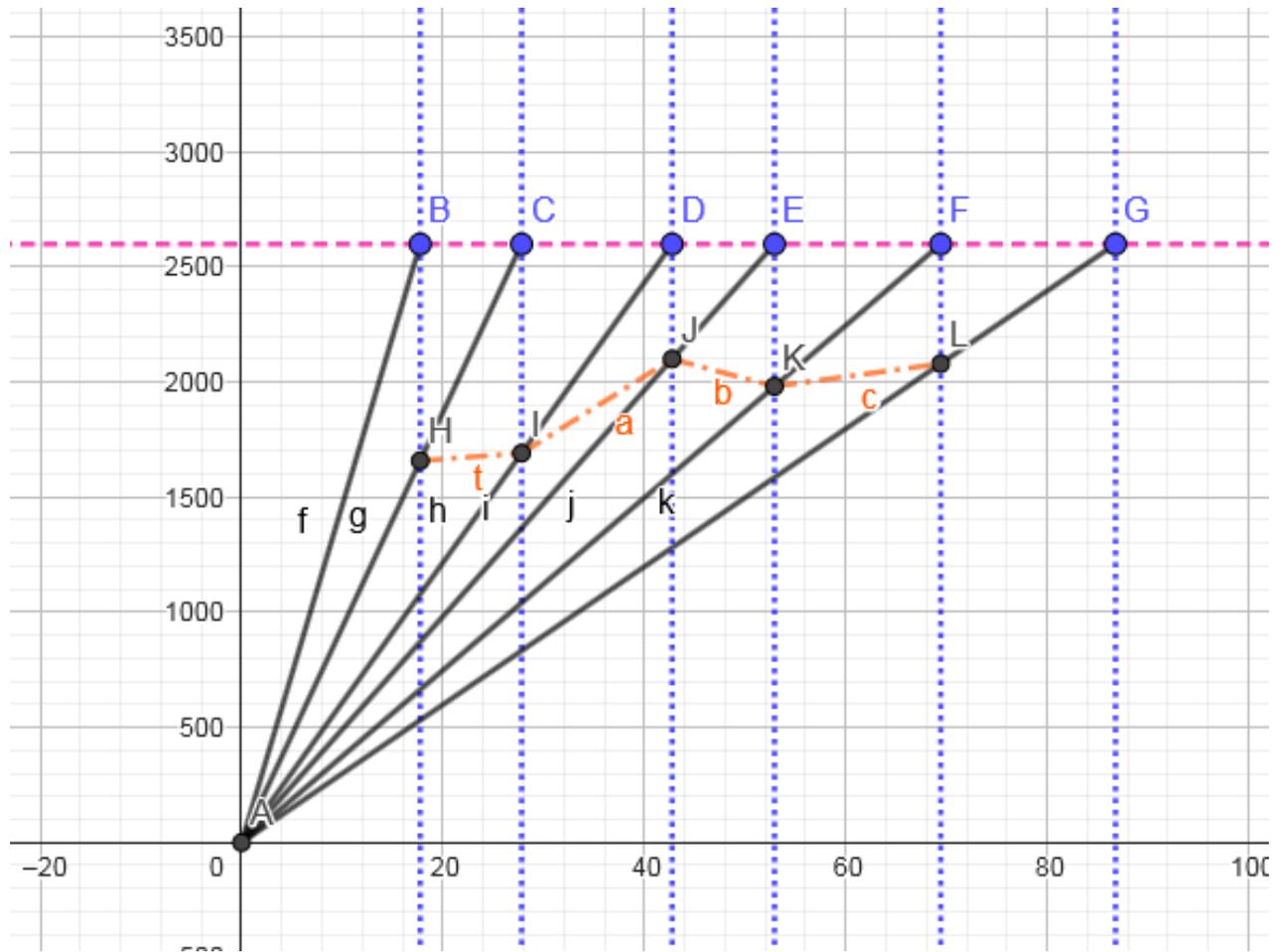


Figura 31. Curva característica de transmisión

Tomando en cuenta que:

Eje X; Km/h

Eje Y; Velocidad angular

La línea rosa en $y=2600$ representa la potencia máxima en velocidad angular.

Cada línea negra comenzando desde cero representa una marcha y como se desenvuelve al ir aumentando la velocidad angular del motor.

Las líneas azules representan la caída de la marcha, es decir; al acelerar la línea asciende llegando a un punto máximo en donde estas caen e intersecan con la siguiente.

Las líneas anaranjadas representan una forma visual de ver cómo se comportan los cambios de marcha.

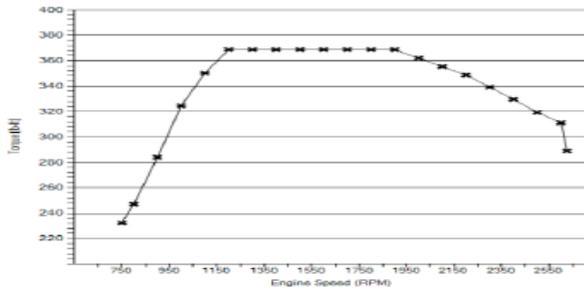
Al analizar el resultado de la gráfica podemos encontrar que durante el cambio de marcha de primera a segunda se tiene una pérdida de 1000 revoluciones que necesitan volver a subir para la segunda marcha y mantener el motor con cierto par pero sacrificando el combustible ya que no lo está llevando a una zona de balance, para la segunda a tercera marcha la situación es similar, pérdida de alrededor de 1000 revoluciones, de tercera a cuarta la pérdida se reduce por lo que la energía necesaria para alcanzar cierta velocidad y par en el motor es menor y finalmente de cuarta a quinta y a sexta la caída de revoluciones vuelve pero con un menor impacto de tal manera que si la transmisión fuera capaz de mantener las revoluciones en lo más alto posible, pegadas a la curva de par y rendimiento de combustible, no se tendría la necesidad de subir las revoluciones tan drásticamente con cada cambio de marcha y que representan una gran inyección de combustible que se ve como menor rendimiento.

De acuerdo con la gráfica de potencia y par de la Figura 32 se puede observar que no muestra la leyenda "Balanceado" en donde en este rango de velocidad angular el consumo de combustible es reducido y la potencia y par entregada por el motor es suficiente, por lo que esta condición solo la cumple la marcha tres y cinco, de ahí en fuera las demás marchas al hacer el cambio caen fuera de la zona de balance por lo que de nueva cuenta representa un gasto de combustible.

CityStar Motor ISF Euro V

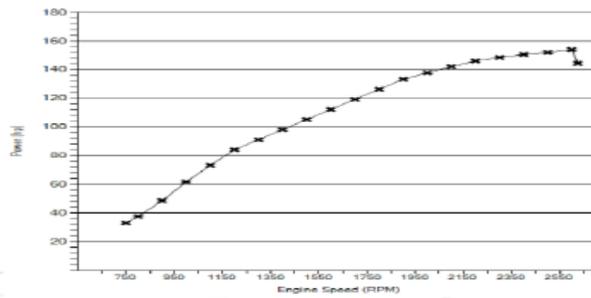
154 Hp @ 2600 rpm
369 lb-ft @ 1200 rpm

Balanceado:
1700 rpm – 2000 rpm



Torque

Potencia



CONFIDENTIAL and Proprietary to Navistar

NAVISTAR

Figura 32. Curvas de par y potencia motor Cummins ISF

Conclusiones

Para este proyecto, se ha demostrado que tanto un correcto diseño en la transmisión de un vehículo como lo es en su paquete aerodinámico nos lleva a la mejora en rendimiento de combustible a la hora de ponerlos a prueba y que, si bien no se busca cambiar el diseño y producción de tal vehículo debido a sus altos costos, si se hacen saber los resultados obtenidos.

Así mismo puedo mencionar que el trabajar en esta empresa me ha dejado y diariamente me deja bastante aprendizaje en el ámbito automotriz y en el profesional, sin duda alguna los conocimientos adquiridos durante mi estancia en la facultad han sido de máxima importancia, ya que no solo es el saber cómo funcionan las cosas si no también la capacidad de razonamiento que se desarrolla al estudiar ciencias exactas y que me permiten tomar decisiones en pro del producto. Si bien la facultad ha sido de lo más completa un pequeño punto de mejora sería la práctica, ya en el ambiente laboral y hablando de este tipo de carreras en donde se requiere herramental, maquinaria etc. Si es muy valorado el tener experiencia o conocer la práctica de las cosas sin embargo considero que la Facultad de Ingeniería te prepara muy bien para afrontar los retos profesionales, la educación completa basada en la técnica y la humanística nos vuelven ingenieros confiables y con responsabilidad social.

Sin duda alguna la facultad de ingeniería me ha aportado los conocimientos necesarios para poder afrontar todos los retos que se han presentado, desde el análisis hasta la creación de modelos y elaboración de nuevos procesos basados en la ingeniería y mejora continua del producto, maximizando los recursos, sin embargo es importante mencionar que un área de oportunidad es la parte práctica, el tener la oportunidad de manipular herramienta, mecanismos, desarmarlos y volverlos a armar con la intención de llevar la teoría a un manos a la obra. Si bien la pandemia llegó a transformar la forma en que se aprende y se enseña nunca esta demás decir que la practica es un conocimiento muy valioso para el alumno y altamente valorado por el campo laboral por lo que la inclusión de materias en donde se pueda trabajar como tal con motores de combustión interna, motores eléctricos trifásicos de tamaño reducido para vehículos así como la herramienta que estos requieren sería de gran utilidad y que como alumnos podemos sumar a nuestra formación, como lo es el laboratorio de manufactura, laboratorios de termodinámica, de circuitos digitales, de máquinas térmicas etc.

A ojos cerrados puedo decir que la facultad me ha aportado todo lo necesario tanto técnica como humanísticamente posible para resolver los retos actuales y que cabe mencionarlo, la facultad de ingeniería representa confiabilidad para los empleadores.

APENDICE A

Vista a formato arrojado por OCC

1	Chassis Serial	Group Name	Count	Drive Time	Idle Time	Net driving time	Fuel Used	Mileage	km per Liter	km per Liter All	Liter per 100 km All	Liter Per 100 km
2	3HSDZAPR5PN029715	TRANSPORTES M	185	136:19:00	13:55:00		5.1	2689.1	7920.5	2.9454	2.94	33.95
3	3HSDZAPR7PN029716	TRANSPORTES M	176	106:22:00	16:27:00	3.746527778	2076.6	6087.37	2.9314	2.93	34.11	33.95
4	3HSDZAPR6PN029707	TRANSPORTES M	232	146:33:00	23:03:00	5.145833333	2784.6	7977.09	2.8647	2.87	34.91	34.87
5	3HSDZAPRXPN029709	TRANSPORTES M	160	119:39:00	15:32:00	4.338194444	2589.1	7440.26	2.8737	2.87	34.8	34.74
6	3HSDZAPR2PN029719	TRANSPORTES M	127	90:44:00	12:15:00	3.270138889	1750	5133.95	2.9337	2.93	34.09	34.04
7	3HSDZAPR6PN029710	TRANSPORTES M	287	176:32:00	22:04:00	6.436111111	3366	10027.08	2.9789	2.98	33.57	33.5
8	3HSDZAPRXPN023537	TRANSPORTES M	181	146:54:00	21:20:00	5.231944444	3114.5	8947.9	2.8730	2.87	34.81	34.76
9	3HSDZAPR1PN023538	TRANSPORTES M	136	86:54:00	15:18:00	2.983333333	1474.1	4833.78	3.2791	3.28	30.5	30.48
10	3HSDZAPR9PN029717	TRANSPORTES M	91	39:51:00	7:43:00	1.338888889	749.2	1930.37	2.5766	2.58	38.81	38.42
11	3HSDZAPR3PN029714	TRANSPORTES M	136	97:57:00	15:37:00	3.430555556	1826.1	5104.16	2.7951	2.79	35.78	35.7
12	3HSDZAPR8PN029708	TRANSPORTES M	93	76:30:00	14:12:00	2.595833333	1507.1	4193.94	2.7828	2.78	35.94	35.87
13	3HSDZAPR9PN029720	TRANSPORTES M	94	73:27:00	18:15:00	2.3	1257.6	3719.58	2.9577	2.96	33.81	33.64
14	3HSDZAPR0PN029721	TRANSPORTES M	87	57:30:00	7:48:00	2.070833333	1075.1	3016.31	2.8056	2.81	35.64	35.55
15	3HSDZAPRXPN029712	TRANSPORTES M	124	61:52:00	8:58:00	2.204166667	1302	3472.89	2.6674	2.67	37.49	37.34
16	3HSDZAPR8PN029711	TRANSPORTES M	98	56:28:00	5:33:00	2.121527778	1053.5	3392.46	3.2202	3.22	31.05	31.05
17	3HSDZAPR4PN029723	TRANSPORTES M	102	65:09:00	8:38:00	2.354861111	1272.2	3500.39	2.7514	2.75	36.34	36.27
18	3HSDZAPR1PN029713	TRANSPORTES M	89	72:52:00	11:26:00	2.559722222	1537.2	4248.21	2.7636	2.76	36.19	36.18
19	3HSDZAPR4PN023534	TRANSPORTES M	122	103:29:00	13:03:00	3.768055556	1906.6	6157.53	3.2296	3.23	30.96	30.94
20	3HSDZAPR2PN029722	TRANSPORTES M	113	92:35:00	8:38:00	3.497916667	1836.6	5938.87	3.2336	3.23	30.93	30.9
21	3HSDZAPR6PN023535	TRANSPORTES M	75	38:35:00	7:03:00	1.313888889	669.2	1937.29	2.8949	2.9	34.54	34.3

1	Grupo	Grupo superior	Tipo de Evento	Evento	Conteo	D
2	TRANSPORTES MONROY SCHIAVON	*International	Mecánico	Carga de combustible		1
3	TRANSPORTES MONROY SCHIAVON	*International	Mecánico	Carga de combustible		1
4	TRANSPORTES MONROY SCHIAVON	*International	Seguridad	Velocidad nivel alto en carretera		7
5	TRANSPORTES MONROY SCHIAVON	*International	Mecánico	Pedal de freno presionado arriba de 10 segundos con velocidad mayor a 30 km/h		1
6	TRANSPORTES MONROY SCHIAVON	*International	Mecánico	(Inter) - Engine brake on and RPM is less than 1200*		3
7	TRANSPORTES MONROY SCHIAVON	*International	Mecánico	Ralentí por más de 20 minutos		1
8	TRANSPORTES MONROY SCHIAVON	*International	Mecánico	Carga de combustible		1
9	TRANSPORTES MONROY SCHIAVON	*International	Mecánico	Carga de combustible		1
10	TRANSPORTES MONROY SCHIAVON	*International	Seguridad	Sospecha colisión		1
11	TRANSPORTES MONROY SCHIAVON	*International	Mecánico	Pedal de freno presionado arriba de 10 segundos con velocidad mayor a 30 km/h		13
12	TRANSPORTES MONROY SCHIAVON	*International	Mecánico	Pedal de acelerador presionado arriba de 50% con el vehículo detenido		1
13	TRANSPORTES MONROY SCHIAVON	*International	Seguridad	Velocidad nivel alto en carretera		1
14	TRANSPORTES MONROY SCHIAVON	*International	Seguridad	Sospecha colisión		2
15	TRANSPORTES MONROY SCHIAVON	*International	Mecánico	Pedal de freno presionado arriba de 10 segundos con velocidad mayor a 30 km/h		11
16	TRANSPORTES MONROY SCHIAVON	*International	Mecánico	Ralentí por más de 20 minutos		1
17	TRANSPORTES MONROY SCHIAVON	*International	Mecánico	Carga de combustible		3
18	TRANSPORTES MONROY SCHIAVON	*International	Mecánico	Carga de combustible		3
19	TRANSPORTES MONROY SCHIAVON	*International	Seguridad	Sospecha colisión		1
20	TRANSPORTES MONROY SCHIAVON	*International	Mecánico	Pedal de freno presionado arriba de 10 segundos con velocidad mayor a 30 km/h		18
21	TRANSPORTES MONROY SCHIAVON	*International	Mecánico	Ralentí por más de 20 minutos		4

Referencias

SEMARNAT. (2019, 1 enero). Secretaria del medio ambiente y recursos naturales. Recuperado 20 de diciembre de 2022, de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/457768/Azufre en diesel y emisiones.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/457768/Azufre_en_diesel_y_emisiones.pdf)

Medidas de tendencia central. (2018, 3 abril). CONACYT. Recuperado 6 de diciembre de 2022, de <https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/161/1/17-Recordando%20las%20Medidas%20de%20Tendencia%20Central%2C%20de%20Dispersi%C3%B3n%20y%20de%20la%20Forma%20-%20Diplomado%20en%20An%C3%A1lisis%20de%20Informaci%C3%B3n%20Geoespacial.pdf>