



DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA LINEA DE ENSAMBLE PARA VEHICULOS HIBRIDOS

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

“EXPERIENCIA PROFESIONAL”

MEDINA CABRERA HECTOR.

9419707-7

INGENIERIA MECANICA.

Asesor: ADRIAN ESPINOSA BAUTISTA.

2012

Agradecimientos

Mi agradecimiento y admiración a mis padres Rogelio y Norma, por haberme enseñado tanto y tenerme tanta paciencia en cada empresa que comienzo. Siendo un pilar en mi vida sin el cual no hubiera llegado hasta aquí.

A mis hermanos por soportarme y hacerme ver cada día como uno nuevo.

Para mis amigos del Instituto de Ingeniería. Germán Carmona, Alejandro Flores, Alejandro González, Joaquín Olivera, Margarita Navarrete por soportarme por varios años y brindarme su amistad y apoyo constante.

A mi asesor de reporte Dr. Adrian Espinosa Bautista por su esfuerzo extra realizado.

A Daniel Inda por compartir sus conocimientos.

A Vehizero, por permitirme ser parte del proyecto.

Por la UNAM por haberme brindado tanto crecimiento personal.

Vehizero S.A.P.I.

Diseño y desarrollo de una línea de ensamble para vehículos híbridos.

Índice del reporte de actividades laborales realizadas dentro de la compañía Vehizero.

Introducción

Historia del vehículo eléctrico e híbrido. 2

Objetivo

Describir las actividades realizadas dentro de la compañía

1. Descripción de la empresa 12

1.1. Historia de la compañía 12

1.2. Descripción del vehículo 13

2. Descripción del puesto 16

2.1. Ingeniería de procesos dentro de la empresa Vehizero 16

3. Descripción del proyecto 18

3.1. Conceptos rectores para el desarrollo del proyecto 18

3.2. Desarrollo de Bill of Material y de hojas de proceso para el ensamble de un vehículo híbrido en serie de carga 20

3.3. Planeación y desarrollo de la línea de ensamble 34

3.4. Elaboración de Lay outs para el desarrollo de una planta de ensamble 41

3.5. Elaboración de análisis de operaciones general 45

Conclusiones 51

Metodologías como herramientas para el desarrollo del proyecto 51

Avance del proyecto y comparación de objetivos logrados. 52

Anexos 54

Bibliografía 60

Diseño y desarrollo de una línea de ensamble para vehículos híbridos.

Historia del vehículo híbrido.

Cuando empezó el siglo XX el ser humano ya conocía el automóvil, y por entonces, **los motores eléctricos y de vapor eran los reyes de las carreteras**, frente a los torpes e ineficientes motores de combustión interna de gasolina o bencina. Los eléctricos eran silenciosos y económicos, gozaban de buena aceptación.

Sin embargo, tenían un gran problema, la tecnología de las baterías eléctricas estaba *incipiente*, la autonomía era muy reducida, tiempos de recarga lentos y se añadía mucho peso al conjunto, había que buscar una forma de eliminar esta desventaja y de ahí nacieron los coches híbridos.

En 1895 un periodista francés dijo que la combinación de petróleo y electricidad daría muchas sorpresas en el futuro. Es más, Nikolas August Otto, uno de los padres del automóvil, llegó a decir: *“El motor eléctrico es un genial invento que seguramente un día complementará al motor de gasolina”*.

Introducción histórica a la propulsión eléctrica

Los coches eléctricos se remontan a la primera mitad del siglo XIX. El primer diseño de vehículo eléctrico *fig.1* fue obra del húngaro *Ányos Jedlik* en 1828, pero no podemos considerarlo un coche.

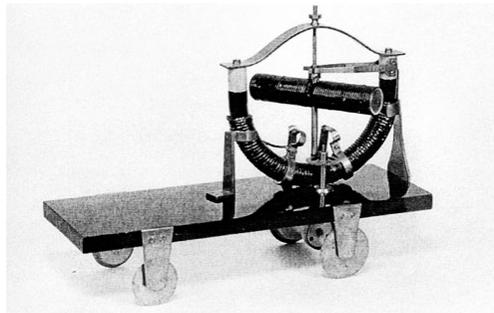


fig.1

También hay información sobre un diseño de un vehículo eléctrico a escala de *Sibrandus Stratingh* y *Christopher Becker* en 1835. El primer carruaje eléctrico (automóvil) fue obra del escocés *Robert Anderson* en 1832-1839. Poco después, *Thomas Davenport* y *Robert Davidson* perfeccionaron el concepto.

La invención de la batería recargable consiguió eliminar el problema de las primeras pilas, que al agotarse eran inútiles. Hacia finales de siglo XIX, los motores eléctricos movían transportes de turistas, transportes urbanos y también camiones. Fue en 1890 cuando *W.H. Patton* tuvo la idea de hacer un tranvía con propulsión híbrida en serie, con motores de gas y eléctricos.

Los primeros híbridos del Mundo

En 1896 los británicos *H. J. Dowsing* y *L. Epstein* patentaron ideas sobre hibridación en paralelo, que posteriormente fueron utilizadas en Estados Unidos para mover vehículos grandes, como camiones o autobuses. *Dowsing* llegó a montar en un vehículo un dinamo que o bien arrancaba el motor de gasolina, propulsaba o bien recargaba baterías, tal vez fue el primer híbrido de la Historia.

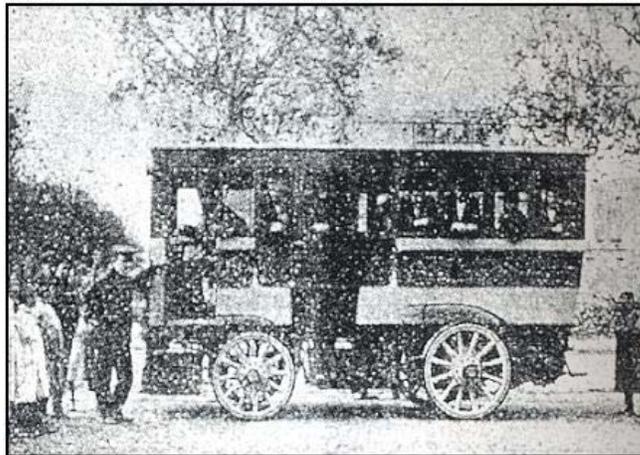


fig. 2

El español *Emilio de la Cuadra* y los suizos *Carlos Vellino* y *Marc Charles Birkigt Anen*. Fundaron en 1898 una empresa, **Compañía General Española de Coches Automóviles E. de la Cuadra Sociedad en Comandita**, para fabricar vehículos. En 1899 la gama inicial de cuatro modelos constaba de un carruaje biplaza, una camioneta, un camión y un autobús, *fig.2* todos eléctricos.

Opcionalmente podían tener un motor de gasolina unido a un generador que se encargaba de recargar las baterías constantemente (híbrido en serie). Los acumuladores eléctricos dieron problemas y no tuvo éxito su presentación comercial. Históricamente no se les ha reconocido. Sólo se fabricaron unas pocas unidades, la empresa suspendió pagos en 1901 y luego fue el germen de Hispano-Suiza.



fig.3

Los hermanos belgas *Henri Pieper* y *Nicolás Pieper* construyeron en 1899 su **Voiturette**, *fig.3*, con un motor de gasolina unido a uno eléctrico bajo el asiento.

A velocidad de crucero el motor eléctrico generaba electricidad para las baterías, para luego dar potencia extra al subir pendientes o acelerar. Se dedicaron a su comercialización hasta vender la empresa a *Henry Pescatore*.

Mientras tanto, en Estados Unidos la **Batton Motor Vehicle Corp** preparó un camión híbrido que utilizaba la patente de L. Epstein, pero poco se sabe de este modelo. En 1900, en el mismo país, fue presentado el primer autobús híbrido por la empresa Fischer (que hoy día sobrevive y se dedica a lo mismo).

La aportación de Porsche

También en 1899 un empleado de **Jacob Lohner & Co** hace su primer diseño de un coche híbrido, con motor eléctrico y de gasolina. Su nombre era *Ferdinand Porsche* y tenía 24 años. Su diseño consistía en un motor de gasolina que giraba a velocidad constante, alimentando una dinamo para cargar unas baterías eléctricas. Además, el arranque del motor de gasolina se hacía mediante la misma dinamo.

La energía eléctrica se utilizaba para mover motores eléctricos en el eje delantero metidos dentro de las ruedas, el excedente se almacenaba. El cual considerado el primer coche híbrido de producción del mundo y el primer vehículo de tracción delantera. Tenía 64 km de autonomía sólo con baterías, como el Chevrolet Volt que salió en 2010. El **Lohner-Porsche** también se conoce como **Semper Vivus** ("siempre vivo") *fig.4* y *fig.4.1*.

No había conexión mecánica entre el motor térmico y las ruedas, así que no necesitaba transmisión o embrague, su rendimiento era impresionante: 83%.

Se mostró por primera vez el 14 de abril de 1900 en la Exposición Mundial de París, sorprendiendo gratamente a los entusiastas del automóvil.

Se fabricaron 300 unidades del **Lohner-Porsche** y catapultó como ingeniero a *Porsche*.

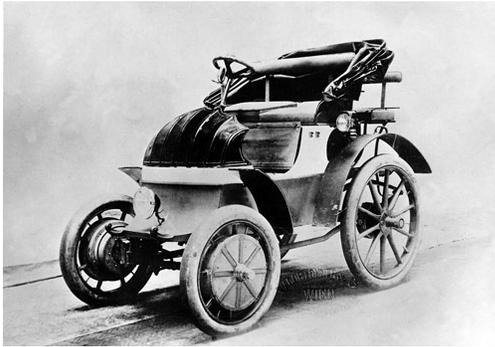


fig.4



fig.4.1

Hubo una versión de carreras e incluso una 4x4 en 1903. Es decir, el primer coche con tracción total fue un híbrido. Aunque la tecnología de estos vehículos era fiable no podía competir en costes con los coches de gasolina, los **Lohner-Porsche** se dejaron de fabricar en 1906.

La patente fue vendida posteriormente a *Emil Jellinek-Mercedes*, que trabajó posteriormente en el híbrido **Mercedes Electricque Mixte**, comercializado por **Daimler-Motoren-Gesellschaft**. Si seguimos por otro camino de la Historia, llegaríamos a la **Mercedes-Benz** actual y al grupo **Daimler**.

Desde mediados de los años 20 del siglo pasado los coches híbridos estuvieron fuera de escena durante muchos años. Hay que esperar hasta mediados de los años 60, cuando empieza la humanidad a darse cuenta de las consecuencias de la contaminación y que ésta se está volviendo incontrolable.

En 1966 el congreso de Estados Unidos recomienda el uso de coches eléctricos para reducir la contaminación ambiental. La industria empieza a moverse con cautela. Más o menos por entonces, el ingeniero *Victor Wouk* dijo que el futuro no estaba en el motor eléctrico, sino en el híbrido gasolina/eléctrico, lo que le valió bastantes críticas.

Los primeros prototipos modernos

En 1969 la todopoderosa General Motors muestra tres prototipos de micro coche, uno eléctrico, otro híbrido y otro sólo a gasolina, los XP512. Las prestaciones eran anecdóticas, así como sus cifras en general, no fueron más que demostradores tecnológicos. En el mismo año sacaron un prototipo de coche normal, el Opel Kadett Stir-Lec I.

An electric car that makes its own electricity.

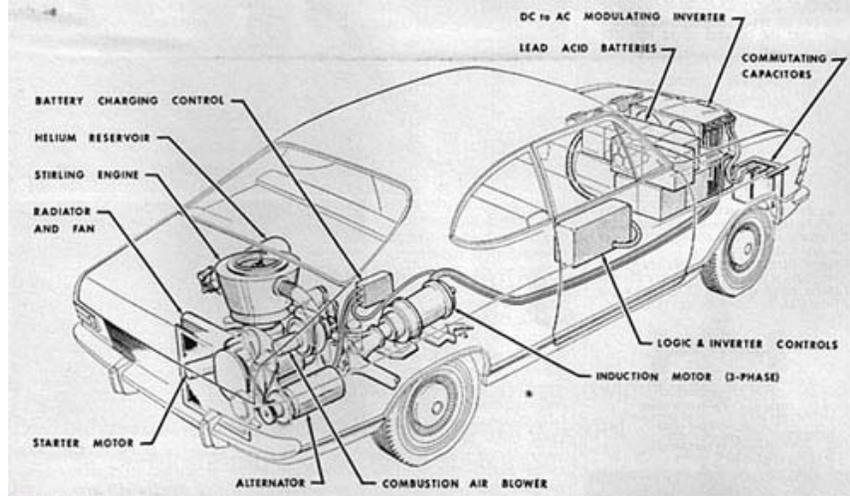


fig.5

Los modelos 100% eléctricos demostraban que quedaba mucho por hacer, las baterías daban prestaciones muy pobres y muy poca autonomía, así que los híbridos eran la alternativa más viable. En 1970 se emite la Clean Air Act en Estados Unidos, que pide reducir las emisiones un 95% para 1976.

Poco después se produce un incentivo muy grande para la investigación de la propulsión alternativa, la crisis del petróleo de 1973. Las imágenes de colas kilométricas para abastecer de gasolina dieron la vuelta al mundo y dieron un aviso a occidente; dependían demasiado del petróleo y debían buscar las formas de ser más autosuficientes y reducir su inmenso consumo.

Entre 1968 y 1971 tres científicos investigaron sobre combinaciones de sistemas híbridos. *Baruch Berman, George H. Gelb y Neal A. Richardson* desarrollaron y patentaron un sistema de transmisión electromecánica que conseguía más eficiencia utilizando un motor pequeño de combustión interna. Muchas de sus ideas se han utilizado en híbridos modernos.

La alemana Volkswagen desarrolló en 1973 el **Volkswagen Taxi**, que se mostró en salones de Estados Unidos principalmente. El Taxi tenía la habilidad de funcionar tanto con gasolina como con motor eléctrico alternativamente o a la vez, logrando más eficiencia que ningún híbrido hasta la fecha. Recorrió casi 13.000 kilómetros en pruebas.

En 1973 *Victor Wouk y Charlie Rosen* construyeron un prototipo de híbrido sobre un **1972 Buick Skylark** cedido por General Motors. Se eligió ese modelo por el volumen que tenía para su motor, dentro alojaron un motor eléctrico de 20 CV y un

motor rotativo del **Mazda RX-2**. No llegó a superar los 136 km/h en las pruebas debido a unas vibraciones estructurales.

El coche se probó en la Environmental Protection Agency (EPA), pero alguien desde arriba, Eric Stork, (director de EPA's Mobile Source Air Pollution Control Program de 1970 hasta 1978). Canceló el proyecto y no se consideraron los resultados. Wouk consiguió la mitad de consumo que el modelo convencional y una reducción de emisiones del 9%, nada mal para la época. Stork dijo que la tecnología híbrida no era práctica.

Mientras Victor Wouk intentó mostrar las bondades de la tecnología durante años, en **General Motors** el desarrollo continuó a pequeños pasos. En Japón Toyota empieza el desarrollo de coches híbridos también, mostrando en 1976 un prototipo de deportivo híbrido en serie movido por turbina de gas (GT) y motor eléctrico. Se llamaba **Toyota GT Hybrid Concept**, basado en el **Toyota Sports 800** de 1969.

En 1979 *Dave Arthurs* transformó su **Opel GT** para crear un híbrido mixto, utilizando el motor de un cortacésped y un motor eléctrico de 400 amperios con baterías de 6 voltios. Se gastó 1.500 dólares en dicho montaje, pero logró un consumo de sólo 2.81-3,14 litros por 100 km (depende de la fuente). Entre sus soluciones técnicas estaba la frenada regenerativa, que no es nueva para ese entonces.

En el año siguiente, 1980, la compañía de cortacéspedes **Briggs & Stratton** desarrollaron un coche híbrido utilizando un bicilíndrico de 16 CV con gasolina y un motor eléctrico, con una potencia combinada de 26 CV. El vehículo era de diseño propio, con dos puertas y seis ruedas. Mientras tanto **General Motors** invirtió mucho dinero en investigación, creyendo que los eléctricos e híbridos se impondrían a corto plazo.

A finales de la década de los 80 se presenta el **Audi Duo**, basado en el Audi 100 Avant quattro. Tenía un motor eléctrico de 12,6 CV para el eje trasero y un motor 2.3 de cinco cilindros para el eje delantero, con baterías de níquel-cadmio (Ni Cd). En 1991 se presenta otro prototipo, **Audi Duo II**, basado en el mismo coche. La carrocería familiar era idónea por su espacio para las baterías.

Más al norte, la sueca Volvo muestra en 1993 un prototipo denominado **Environmental Concept Car**, equipado con 349 kilogramos de baterías Ni Cd. Es un anticipo del ReCharge Concept mostrado en 2007, pues un motor térmico se usaba para recargar la energía de las baterías, pero no tenía conexión física con las ruedas (híbrido en serie y de rango extendido, Range Extended Hybrid Electric Vehicle REHEV).

Los híbridos en el mercado

En 1997 Audi lanza al mercado el **Audi Duo III**, con un motor 1.9 TDI (Turbo Inyección Directa) de 90 CV y un motor eléctrico de 29 CV, en configuración paralela y tracción delantera. Fue el primer híbrido europeo moderno de producción, pero sólo se vendieron 60 unidades y fue un fracaso comercial por su elevado precio.

Toyota lanza al mercado japonés el **Toyota Prius** (en latín, “pionero”) en diciembre de 1997, es el primer híbrido de producción masiva del mundo. Es un híbrido puro, con una cantidad muy elevada de soluciones técnicas innovadoras e incluso un problema de patentes que los jueces fallaron en contra de Toyota. El primer año de ventas fue un éxito, 18.000 unidades. A finales de 2000 se vendió en otros mercados con algunos cambios.

Honda se apunta a la carrera en 1999 con el **Honda Insight**, un semi-híbrido con cambio manual o CVT, de reducido tamaño y peso, aerodinámica optimizada y un consumo de combustible realmente bajo. Se vendió en EEUU principalmente. Entre 2003 y 2005 se vende el **Honda Civic IMA** como respuesta al Prius, con cambio manual.

En Estados Unidos los híbridos aparecen como transformación de modelos existentes, no son diseños pensados desde cero para conseguir consumos bajos, al igual que los **Lexus**. Los **Prius** e **Insight** son modelos diseñados desde cero, no tienen versiones convencionales a la venta. Hoy día donde más variedad hay de híbridos es en el mercado estadounidense.

Japoneses y americanos piensan únicamente en híbridos a gasolina, pero en Europa se están investigando soluciones híbridas con motor diesel en **Citroën**, **Opel** y **Peugeot** principalmente. Estos modelos aparecerán a medio plazo en el mercado.

Clasificación de los híbridos

Para empezar, vamos a definirlo: un **híbrido** combina dos motorizaciones, un motor de combustión interna y otro eléctrico alimentado por baterías adicionales a la principal. Son una realidad desde hace muchos años y poco a poco empiezan a hacerse populares por la crisis, alza de combustibles, abaratamiento de la tecnología y concienciación ambiental.

Por desgracia la mayoría del público está muy mal informado de lo que se suponen estos coches, y la mayoría de los prejuicios que se tienen sobre ellos desaparecen al montarse en uno. No son la solución, pero son una solución muy a tener en cuenta para el futuro inmediato.

Atendiendo a su principio de funcionamiento se pueden clasificar en tres tipos:

Híbrido en serie: El motor de combustión interna (en adelante motor térmico) no tiene conexión mecánica con las ruedas, sólo se usa para generar electricidad. Dicho motor funciona a un régimen óptimo y recarga la batería hasta que se llena, momento en el cual se desconecta temporalmente. La tracción es siempre eléctrica.

Híbrido en paralelo: Tanto el motor térmico como el eléctrico se utilizan para dar fuerza a la transmisión a la vez. Es una solución relativamente sencilla, pero no es la más eficiente.

Híbrido combinado: Cualquier combinación de los dos motores sirve para impulsar al coche, es como un híbrido en serie pero con conexión mecánica a las ruedas. Es una solución muy eficiente pero mucho más compleja a nivel mecánico y electrónico.

Así, según esta clasificación, los **Chevrolet Volt** u **Opel Ampera** son híbridos en serie, mientras que los **Honda Civic Hybrid** e **Insight** son híbridos en paralelo. Todos los híbridos de **Toyota** y **Lexus** son de configuración combinada. El sistema más eficiente es en serie, y el que menos el paralelo.

Existe otra forma de clasificar a los híbridos:

Microhíbrido: En las paradas se apaga el motor térmico. Cuando se quiere reanudar la marcha un alternador reversible arranca el motor utilizando energía recuperada previamente a la detención. Sólo ahorra en ciclo urbano y no hay un motor eléctrico que impulse al coche.

Semihíbrido o *mild-hybrid*: El motor eléctrico se utiliza como una asistencia al motor térmico y además es generador de energía en las frenadas y retenciones, pero no puede impulsarse de forma 100% eléctrica (motor térmico apagado) aunque sí con el motor térmico sin consumir pero moviendo sus piezas mecánicas.

Híbrido puro o *full-hybrid*: Se puede circular en determinadas condiciones sólo con el motor eléctrico, mientras el térmico está totalmente apagado y no mueve sus piezas. Este cambio puede ser de forma automática o voluntaria.

Híbrido enchufable o PHEV: Pertenece a este grupo si sus baterías son recargables mediante energía eléctrica convencional, es decir, enchufándolo, y recorre al menos 32 kilómetros sin necesidad de otro sistema de propulsión.

Híbrido de rango extendido o REHEV: Como el caso anterior, pero si además es un híbrido en serie. Esto significa que cuando se acaban las baterías el motor térmico se usa sólo para generar electricidad a un régimen constante para aumentar la autonomía a un coste por kilómetro bajo.



fig.6

Ventajas y desventajas

Frente a otros sistemas de propulsión alternativa, el híbrido tiene la ventaja de que funciona con combustibles que se encuentran en cualquier gasolinera, pero con un consumo muy inferior al de un modelo equivalente no-híbrido. Esto se debe a que un híbrido recupera energía que otros modelos desperdician y a que están muy bien diseñados en cuanto a eficiencia.

Son muy eficientes, más silenciosos, sus emisiones son muy bajas y es una tecnología muy probada, sobre todo en EEUU y Japón. Cada vez habrá más opciones en el mercado, sobre todo cuando se apunten los fabricantes europeos. Además, en algunos casos se pueden obtener beneficios fiscales o ayudas a la compra mediante subvenciones públicas.

No requieren un mantenimiento especial, el sistema híbrido dura lo mismo o más que el coche. La garantía del motor eléctrico y sus baterías es muy superior al del motor térmico y transmisión.

El inconveniente de los híbridos es que sus baterías tienen un alto impacto ambiental si no se reciclan de forma adecuada y que están amenazados por los vehículos de combustibles alternativos, más simples mecánica y tecnológicamente. Son más caros que un modelo equivalente, aunque rentabilizables.

Por otra parte, la oferta es aún muy limitada. En el mercado americano o japonés hay más donde elegir, pero en el resto del mundo, para el alcance del consumidor medio sólo hay tres modelos: Honda Civic Hybrid, Honda Insight y Toyota Prius. Los Lexus son de alta gama y más que coches para ahorrar, utilizan la hibridación para mejorar el confort, prestaciones y rendimiento.

1. Descripción de la empresa

1.1 Historia de la compañía

Vehizero nace como respuesta a dos necesidades que, sin ser exclusivas, si son comunes a la mayoría de los mexicanos: el ahorro de combustible y la protección medioambiental.

Como razón social, Vehizero se funda en el año 1999, aunque las primeras ideas para crear y brindar una alternativa vehicular propia, 100% nacional; en armonía con el ambiente, y cuya demanda y consumo energéticos fueran significativamente menores, datan de 1990.

Compromiso y talento definen la corta pero fructífera actuación industrial y de negocios de Vehizero; una trayectoria que, sin estar exenta de retos y dificultades, todos arduamente superados, la posicionan como la primera y única empresa de diseño, ingeniería y manufactura mexicana en proponer y desarrollar vehículos tanto económicos como ecológicos

Cronología

1999: Se funda Vehizero, S.A. de C.V. se obtiene el apoyo de un fondo americano y se desarrolla la primera versión del prototipo del “Ecco”, vehículo especialmente concebido para el transporte de carga urbano de hasta 1 tonelada.

2000: Se incorporan inversionistas diversos mexicanos. Se completa el diseño del “Ecco-1”.

2001: Vehizero, S.A. de C.V. obtiene el primer lugar a nivel internacional por su participación en el concurso de “New Ventures Business Competition” (desarrollo y tecnología), otorgado por “World Resources Institute”. Se arman prototipos funcionales del “Ecco-1” y se realizan pruebas de campo.

2002: Se retoma el diseño del “Ecco-1”

2003: Se realizan pruebas de campo del “Ecco-1” rediseñado.

2004: Se obtiene el apoyo económico de CONACYT mediante el programa avance de “ultima milla”.

2005: Se desarrolla la segunda versión de prototipo del “Ecco-2”. Se desarrolla el prototipo (primera versión) de un vehículo híbrido destinado al transporte urbano de pasajeros; TAXI-VEHIZERO.

2006: Se realizan pruebas de campo del “Ecco-2”

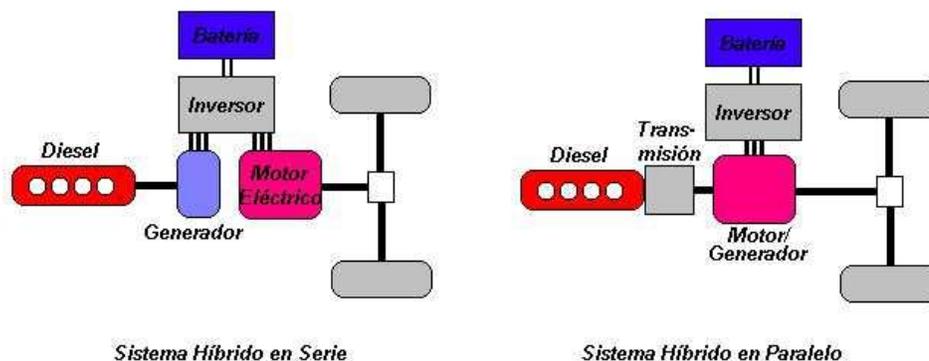
2007: Se obtiene el apoyo de la Secretaria de Desarrollo Económico del Estado de Aguascalientes.

2008: Se cambia la razón social a Vehizero, S.A.P.I. de C.V. Se incorporaron como accionistas el CleanTech Fund y el fondo Emprendedores CONACYT-NAFIN. Se coloca la piedra fundacional de la planta de ensamble ubicada en el Estado de Aguascalientes, México. Se inicia la producción en serie de la versión final del prototipo del “Ecco-C”.

2009: Se inicia la producción piloto del prototipo “Ecco-C”.

1.2 Descripción del vehículo.

Aquellos híbridos que combinan un motor de combustión interna (MCI) y un motor eléctrico son los únicos sistemas híbridos que han tenido un desarrollo serio. Existen dos tipos básicos de sistema: híbridos en serie e híbridos en paralelo



El vehículo a desarrollar dentro de la empresa, se trata de un vehículo ligero de carga híbrido en serie.

Una configuración en serie utiliza un MCI acoplado a un generador, el que produce electricidad para el motor eléctrico que acciona el giro de las ruedas. Es llamado híbrido en serie pues el flujo de energía se mueve en línea directa.

Al estar el MCI desacoplado de la tracción, es posible que opere a una velocidad constante en una vecindad próxima a su punto óptimo de operación en términos de eficiencia y emisiones, mientras carga la batería.



vehizero.com



Vehículo de carga ligero híbrido para uso urbano.

VEHIZERO VEHÍCULOS HÍBRIDOS

**SOLO CONSUME ENERGÍA
CUANDO SE ACCIONA EL ACELERADOR**

Especificaciones técnicas



Marca	Vehizero
Modelo	ECCO-C
Motor eléctrico	26.5 HP nominales 70 HP máx.
Motor combustión interna	7 HP @ 3600 rpm.
Transmisión	Manual 5 velocidades al frente y reversa
Tipo de combustible	Energía eléctrica y gasolina
Velocidad máxima	100 Km/Hr
Peso vehicular	1,600 Kg
Capacidad de carga	1,000 Kg
Peso total máximo	2,600 Kg
Superficie para carga	3280 X 1732 mm
Altura de plataforma de carga	800 mm
Distancia entre ejes	2740 mm
Distancia frontal	1200 mm
Distancia trasera	1100 mm
Radio de giro	5000 mm

- Ahorro en gasto del 35% al 80%.
- Reducción en gastos de mantenimiento 50%.
- Deducibilidad fiscal del 100% en el año de compra.
- No paga tenencia.
- No hay verificaciones.
- Circula todos los días.
- Primas de seguro mas bajas.
- Reducción en emisión de contaminante.

Especificaciones sujetas a cambio



Vehizero S.A.P.I. de C.V.

Congreso No. 30, Colonia Tlalpan Centro, Delegación Tlalpan, México 14000 D.F.
Tels. & Fax 5573-7655 • 5485-0041 • 5655-4341 vehizero@avantel.net

2. Descripción del puesto

El puesto que desempeñe en esta empresa, fue la de ingeniero de procesos. La misión fundamental del ingeniero de procesos es diseñar, poner en marcha y ejecutar todo lo necesario para obtener la **óptima explotación de los sistemas o procesos a instalar en los departamentos de producción** de las empresas industriales. Cuando el departamento de producción necesita modificar o implantar un nuevo sistema o proceso lo solicita al departamento de ingeniería de procesos para que lo desarrolle. Éste realiza el encargo y lo detalla por escrito en un documento en el que indica todo lo que hará falta para llevarlo a la práctica (maquinaria, mano de obra, circuito de trabajo, etc.).

La dirección de la empresa supervisa la propuesta y, una vez la aprueba, se pone en marcha. Para llevar a cabo este trabajo, el ingeniero debe conocer en profundidad el detalle de todos los aspectos involucrados en los procesos, para así **satisfacer los requerimientos perseguidos**.

Deberá dirigir un equipo humano multidisciplinar que, dependiendo del proceso, puede estar formado por profesionales de muchas especialidades, aunque principalmente se concentran en tres áreas: expertos en el tipo de productos o materias con las que trabaja la empresa, personal de mantenimiento y profesionales del control de calidad.

Otra de las funciones del ingeniero de procesos es determinar, y en muchos casos **negociar con los proveedores** la adquisición de los materiales, dispositivos y mano de obra necesarios en la ejecución de proyectos.

Frente a la dirección de la empresa, deberá asegurarse de que se cumplen los requisitos exigidos para la explotación del proyecto.

2.1 Ingeniero de Procesos dentro de la empresa Vehizero

La empresa Vehizero, armadora de vehículos híbridos tenía la necesidad de diseñar y desarrollar una línea de ensamble automotriz, para la cual, se requería un perfil que cubriera los conocimientos de mecánica, así como diseño de procesos y conocimiento de herramientas.

En el desarrollo del proyecto, se vio la necesidad de implementar herramientas de gestión, para el desarrollo de documentos que registraran el avance y la metodología implementada para el ensamble del vehículo, así como el de la misma línea de ensamble.

En el puesto que desempeñe, la necesidad de recopilar información, me llevo a interactuar con las áreas involucradas en el desarrollo del proyecto, esto requería un trabajo de equipo coordinado para no desviar de sus funciones a las demás áreas, es decir, enfocar los esfuerzos necesarios para cumplir el objetivo programado. Que podría ser a corto, mediano y largo plazo.

Bajo mi cargo no tuve a personal asignado, sin embargo, como parte del área de procesos que estaba integrada por 3 personas, tenía constante interacción con el personal de las áreas de diseño mecánico, electrónica, diseño industrial, compras y producción. En sí, parte de mi labor era integrarme a estas áreas para recopilar información que mas adelante serviría para establecer los procesos de ensamble y fabricación del vehículo híbrido objetivo de la compañía.

3. Descripción del Proyecto

3.1 Conceptos rectores para el desarrollo del proyecto

El proyecto nace de una necesidad, sin embargo para poder realizarlo, se debe de tener en cuenta ciertos conceptos que limiten el alcance del mismo, ya sean conceptos en las necesidades de cliente y usuario, que más adelante se convertirán en parámetros de diseño.

Una de las principales consideraciones a ser tomadas son las necesidades del cliente y del usuario. En este caso, uno de los clientes interesados sobre el proyecto fue la empresa BIMBO y que el proyecto del vehículo híbrido, cubriría ciertas necesidades que esta empresa estaba buscando.

Principales considerandos.

Necesidades de clientes y usuarios.

Vehículo de carga y distribución ligero urbano utilitario, capaz de circular en el área urbana en rutas de 50 km aproximadamente.

Seguridad como vehículo en general, pero en particular por ser eléctrico, se requiere un sistema de frenos efectivo, de acuerdo a la norma.

Calidad, de acuerdo a las peticiones del cliente, vehículo de bajo costo sin cosas superfluas, solo lo necesario para operar y desempeñar su función, eficiente en su operación y el rendimiento por kilometro.

Ecológico, por ser híbrido, el motor generador produce un mínimo de emisiones.

Modular en el diseño del equipo y ensamble (ingeniería concurrente), el diseño modular del vehículo, permite un mantenimiento rápido a los sistemas y subsistemas, en caso de avería y reparación, el sistema completo puede ser retirado y sustituido por otro funcional, mientras el sistema averiado es reparado, de ese modo el vehículo vuelve a circulación en el menor tiempo posible.

El ensamble modular de la línea de armado, permite la compatibilidad para futuros modelos de vehículos, como chasis, chasis cabina, step van, vehículo de carga de 3.5 toneladas y taxi eléctrico. En una configuración modular de la línea de armado, se puede ensamblar diferentes vehículos, incluyendo de 2 y 4 puertas. El diseño de ingeniería industrial contempla estas cosas siguiendo el concepto de "lean manufacture".

Mantenimiento futuro, preventivo, predictivo y correctivo, para en casos de colisión, permite que el vehículo siga realizando las funciones para la que fue

diseñado, la cabina es modular así como los demás sistemas, en caso de reparación se retira y se reemplaza con otra.

Mediante el principio de la ingeniería concurrente, se realimentó la ingeniería del vehículo para seguir el concepto de motor de avión en los módulos de Tren Motriz, Suspensión Delantera, Suspensión Trasera, Motor Generador y Cabina. De esta manera cada modulo es fácil de ensamblar y desensamblar.

La estandarización en los elementos conectores (tornillos, remaches y otro tipo se sujetadores), permitirá al personal de mantenimiento necesitar pocas herramientas de bajo costo y de así reducir el costo de inventario y herramental.

Debido a que es un vehículo nuevo para el cliente, debe de tener lo necesario para satisfacer las expectativas del chofer y la de los operarios auxiliares, ya que la primera compra del vehículo la realiza el departamento de finanzas y las compras subsecuentes del vehículo se realizan en base a las demandas de los usuarios (chofer y mecánicos de mantenimiento).

Los accesorios que hacen el vehículo confortable y seguro, son requerimientos de principal consideración, como, espejos retrovisores fáciles de operar, asiento cómodo para el chofer que pueda soportar una ruta y un horario de trabajo, puertas y ventanas seguras a prueba de agua y otros elementos, cinturón de seguridad, kit de auxilio en el camino, set de herramientas y equipo para la recarga eléctrica del vehículo.

Necesidades del cliente interno y la línea de ensamble.

Modular, en un principio, la producción del vehículo será de baja demanda, sin embargo, en un futuro se espera que esta producción aumente. Por esa razón se requiere que la línea de ensamble sea fácil de ampliar y reducir, por lo que se busca que sea modular. El agregar módulos a la línea de ensamble, permite una adición de operaciones necesarias para reducir el tiempo de producción y aumenta la velocidad de las operaciones.

Herramental, procurar que el herramental requerido dentro de la línea sea de bajo costo y con el mínimo de herramientas automatizadas. Esto se lograra a través de la comunicación entre el departamento de diseño mecánico e ingeniería de procesos. Una vez conceptualizado, discutirlo con la alta dirección, compras e ingeniería del vehículo.

Definir los volúmenes objetivos de producción.

Definir un volumen de producción a 5 años de distancia y que se necesitará para lograrlo. Realizar una programación anual, mensual y diaria, en función del valor de vehículos producidos por hora.

3.2 Desarrollo de Bill of Material y de hojas de proceso para el ensamble de un vehículo híbrido en serie de carga.

Desarrollo del Bill of Material

El diseño y desarrollo de una de una secuencia para ensamblar un vehículo, depende de gran parte de un listado de sub ensambles, partes y materias primas que forman parte de un ensamble, en este caso el vehículo híbrido. Se definieron puntos importantes que debía cumplir la lista, tales como:

- La lista de materiales debe de mostrar todas las partes requeridas para el ensamble de un producto final.
- Identificar a todas las partes y materiales con un solo número de parte, si alguna pieza es remplazada por otra se le dará un nuevo numero de parte y si es eliminada de la lista, el numero de parte se conservara y será irrepitable.

La lista de materiales que elaboré fue para que cumpliera con ciertos propósitos, como:

- Llevar un control que especifique los componentes, partes y materiales involucrados para la fabricación del producto.
- Registrar toda la historia que se genere con respecto a cada componente enlistado, y que sea fácil de modificar.
- La lista debe facilitar la identificación y el remplazo de partes dañadas.
- Fácil lectura para otras áreas, ya sea para planificar el método de fabricación del producto, y para realizar las compras.

Para obtener la información necesaria para realizar la lista, fue necesario desensamblar el vehículo, hasta un nivel de componente, es decir, desarmar los sub ensambles a un estado en el que se puede recibir el componente del proveedor.

A partir de ese nivel, toda parte y materia prima requerida, fue accesada a la lista de materiales.



LISTA DE MATERIALES ECCO E1A

ID	NOMBRE DE LA PARTE	Número de parte	Unidad	Fabricar o Comprar	Componente Standard part o Fluido	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	PESO (Kg)
1	ECCO CHASIS STANDARD	E1A	1 Pz	F	C				
2	BASTIDOR	AAA.1	1 Pz	C	C	467	101	42	
3	CALAVERAS	AA0.7	1 Pz	F	C				
4	DEFENSA TRASERA	AA0.4	1 Pz	C	C	178.5	10	14	10.550
17	SUBENS. DE DEFENSA DELANTERA Y SOPORTES	AAC.2	1 Pz	F	C				
18	DEFENSA DELANTERA	AAC.1	1 Pz	C	C	178.5	10	14	10.550
30	MODIFICADA Y SOPORTE	EAE.1	1 Pza	F	C				
31	SOPORTE.	EAA.1	1 Pza	F	C				
32	PLANTA GENERADORA	EAB.1	1 Pz	C	C	75	48.5	34.5	76
33	SOPORTE DE PLANTA GENERADORA	EAC.1	1 Pza	C	C	87	81	38	10.5
50	MANGUERAS	DAA.1	1 pza	F	C				
51	TANQUE DE GASOLINA	DAB.1	1 pza	C	C	85	29	27	9.0
62	DUCTO DE FRENOS PARTE TRASERA LADO IZQUIERDO DE 3/16 X 44"	AAG.1	1 pza	C	C	467	0.468	---	0.166
63	DUCTO DE FRENOS PARTE TRASERA LADO DERECHO DE 3/16 X 16"	AAG.2	1 pza	C	C	467	0.468	---	0.166
64	DUCTO PRINCIPAL DE FRENOS PARA PARTE TRASERA 3/16 X 152"	AAG.3	1 pza	C	C	386	0.468	---	0.166
65	DUCTO DE FRENOS PARTE FRONTAL LADO DERECHO DE 60"	AAG.4	1 pza	C	C	152	0.468	---	0.166
66	DUCTO DE FRENOS PARTE FRONTAL LADO IZQUIERDO DE 60"	AAG.5	1 pza	C	C	152	0.468	---	0.166
67	DUCTO PARA CLUTCH DE 3/16 X 70"	AAF.1	1 pza	C	C	178	0.468	---	0.166
70	SUBENSAMBLE DE MOTOR, CLUTCH, CONCHA, CAJA	BCA.1	1 Ens	F	C				
71	CUNA, PLATO, VOLANTE Y CLUTCH	BAH.1	1 Ens	F	C				
72	Y CUNA	BAB.1	1 Ens	F	C				
73	MOTOR ELECTRICO	BAC.1	1 Pza	C	C	45.5	23	45.5	68.00
89	COLLARIN	BAL.1	1 Ens	F	C				
99	SUBENSAMBLE DE CAJA DE VELOCIDADES	BAT.1	1 Ens	F	C				
129	CARCAZA INFERIOR PROTECTORA DE MOTOR	BCB.1	1 Pza	F	C				
130	CARCAZA FRONTAL PROTECTORA DE MOTOR	BCC.1	1 Pza	F	C				
134	MUELLES Y RINES-LLANTAS	BCD.1	1 ENS	F	C				
135	FRENO	BAY.1	1 Pza	C	C	151	50	30	96.000
136	CONJUNTO DE MUELLES	BAZ.1	2 Pzas	C	C	123	6	28	29.000
163	CONJUNTO EJE DELANTERO	CBU.1	1 ENS	F	C				
174	DE LA SUSPENSION DELANTERA	CAX.1	1 Ens	F	C				
184	DE LA SUSPENSION DELANTERA	CCK.1	1 Ens	F	C				
194	SUSPENSION DELANTERA.	CBB.1	1 Ens	F	C				
217	SUSPENSION DELANTERA	CCM.1	1 Ens	F	C				
240	CALIPER IZQUIERDO DEL EJE DELANTERO	CAA.1	1 Ens	F	C				
280	CALIPER DERECHO DEL EJE DELANTERO	CC1.1	1 Ens	F	C				
363	SUBENSAMBLE DE CAJA DE PEDALES	NAW.1	1 Conj.	F	C				
372	BATERIA DE 6 VOLTS	HAA.1	8 Pza	C	C	26	18	28	224
403	SOPORTE PARA TRASLADO (PISO PROVISIONAL C)	IAA.1	1 Pza	C	C	122	122	118	29

Fig. 1. Imagen de una lista de materiales inicial

El proceso de elaboración de la lista incluyen las siguientes tareas:

- Número de identificación consecutivo
- Nombre de la parte
- Número de parte
- Cantidad por unidad
- Unidad
- Componente o parte estándar (estándar part)
- Dimensiones
- Peso

La lista de materiales fue originalmente realizada en base al modelo ECCO E1A, que posteriormente se actualizaría conforme el proyecto fuera avanzando. Sólo es la parte inicial para dar pie al desarrollo de las secuencias de ensamble.

Desarrollo de Hojas de Proceso.

Una vez que elaboré la lista de materiales, se agrupan los sub ensambles que forman un ensamble, es decir, agrupar por sistema los componentes involucrados para la fabricación del vehículo.

No.	Descripción de Operación	Operación
1	Posicionamiento del bastidor	MB
2	Ensamble de Diferencial	DIF
3	Ensamble de Tren Motriz	TM
4	Ensamble de Eje Delantero	ED
5	Ensamble de Flecha Homocinética	FH
6	Ensamble Barra Torsión	BTB
7	Ensamble Caja Dirección	BCD
8	Ensamble Pedalera	PED
9	Ensamble de Ductos	DUC
10	Ensamble TG	TG
11	Ensamble de Palanca de Frenos y Velocidades	SFE y SCV
12	Ensamble de Planta Generadora	PG
13	Ensamble Defensa Delantera	DD
14	Ensamble Defensa Trasera	DT
15	Ensamble Chicote de Freno	SFE
16	Ensamble Chicote de Velocidades	SCV
17	Ensamble Soporte de Traslado	ST
18	Ensamble de Columna y Volante	CVD
19	Ensamble Baterías 6 V	BB
20	Ensamble Electrónica	ELE
21	Ensamble de Batería 12V	BAT
22	Purgado de línea hidráulica	FFC
23	Abastecimiento de Gasolina	FTG
24	Alienación de Suspensión	ALS

La tabla muestra una propuesta de una secuencia de operaciones. Para llegar a ese resultado, desensamblé y ensamblé totalmente el vehículo ECCO 1A, al menos 5 veces y así obtener la información suficiente para describir el proceso de ensamble de cada operación.



Para definir hasta donde abarcaría cada operación, se contó con la ayuda del área de diseño mecánico, que me proporcionó planos y especificaciones técnicas sobre que componentes conformarían el sistema correspondiente.

Cada operación fue descrita cómo fue realizada, tratando de detallar y aclarar cada paso de sus sub ensambles hasta llegar a su ensamble en el vehículo.



Durante el desarrollo de la secuencia de operaciones, de manera muy general registré los pasos requeridos para realizar el ensamble de un sistema, el número de operarios que participan, así como también el herramental involucrado y disponible en ese momento, que más adelante cambiaría a un herramental más adecuado para la operación en específico.

Hasta este momento, la lista de materiales fue utilizada para llevar un registro de componentes y materiales que fueron incluidos para formar el producto, tampoco se definen cuales son las operaciones padre e hijo, las operaciones descritas en la tabla, son propuestas y no definitivas.

Hoja de Proceso – Lista de Materiales

Centro de Prototipos VEHIZERO Vehículo: E1A - ECCO Chassis Estándar

Hoja de Proceso TM XXXXXX Ensamble a bastidor de los subensambles de motor, clutch, concha, caja de velocidades							Referencia	Prototipo ECCO 3
							Fecha de actualización	23 de Ene de 10
Fila	Nivel	Lista de materiales	No. Parte	Cantidad por unidad	Unidad	Torque	Compra	Componete
						Especificación	Fab	STD Part
		Material productivo						Fluido
		TM 10 Ensamblar yugo y cuña a motor eléctrico						
1	0.3	Motor Electrico	BAC.1	1	Pza		C	C
2	0.3	Yugo	BAD.1	1	Pza		C	C
3	0.3	Cuña	BAE.1	1	Pza		C	C
4	0.3	Tornillo estandar allen 5/16 X 1" con cabeza modificada	KAC.3	1	Pza		C	S
5	0.2	Subensamblar de motor eléctrico con yugo y cuña	BAB.1	1	Ens		F	C
		Subensamblar plato de acoplamiento del motor al motor						
		TM 20						
6	0.3	Plato de acoplamiento de motor	BAG.1	1	Pza		C	C
7	0.3	Rondana plana 3/8" N/A (9.525)	KCA.5	4	Pza		C	S
8	0.3	Rondana presión 3/8" N/A (9.525)	KCA.6	4	Pza		C	S
9	0.3	Tornillo cabeza hexagonal grado 5 3/8 x 1" (12.7)	KAA.11	4	Pza		C	S
10	0.3	Lacre	KDA.1		ml		C	F
		Subensamblar clutch al motor						
		TM 30						
11	0.3	Volante de inercia	BAI.1	1	Pza		C	C
12	0.3	Rondana presión 10 mm	KCB.2	6	Pza		C	S
13	0.3	Tornillo cabeza hexagonal grado 5 10 X 30 mm	KAB.2	6	Pza		C	S
14	0.3	Pasta de clutch	BAJ.1	1	Pza		C	C
15	0.3	Plato de clutch	BAK.1	1	Pza		C	C
16	0.3	Rondana presión 8 mm	KCB.5	6	Pza		C	S
17	0.3	Tornillo cabeza hexagonal grado 5 8 X 22 mm	KAB.4	6	Pza		C	S
18	0.2	Subensamblar de motor eléctrico con yugo, cuña, plato, volante y clutch	BAH.1	1	Ens		F	C

Ejemplo de una hoja de proceso, sección de lista de materiales, ensamble de tren motriz.

Las hojas de proceso son formatos que contienen la información necesaria para realizar el ensamble total de un sistema o subsistema. Estos documentos se les llaman documentos vivos, ya que cualquier cambio o actualización que se realice en el proceso o en el vehículo, el documento es modificado inmediatamente de acuerdo al cambio o actualización realizada y son revisados constantemente para que sean funcionales al día de hoy.

La información incluida en una hoja de proceso es:

- **Título, Clave de Operación, Última Fecha de actualización y Referencia del Producto.**
- **Lista de Material:** Esta lista de materiales es en relación a la operación referida, como se ve en el ejemplo de la hoja de proceso. También esta en relación al Bill of Material, ya que en ambas listas se incluye el material, el número de parte, la cantidad y la unidad.
- **Lista de Auxiliares:** Se incluyen las instalaciones, equipo de protección personal, herramientas y dispositivos necesarios.
- **Descripción de la Operación:** En esta parte se describe de manera detallada como se debe de realizar paso a paso el proceso involucrado.
- **Estudio de tiempos:** El tiempo que se tarda en realizar una operación específica es medido.
- **Tiempo de preparación de herramienta:** El tiempo que toma en preparar las herramientas para realizar la operación, también es medido

Hoja de Proceso – Lista de Auxiliares.

De acuerdo con la operación relacionada a realizar, se necesitan herramientas y equipo extra, siendo únicamente el indispensable para esta operación. Se debe de indicar que tipo de instalación adecuada se necesita, ya sea una instalación que permita el uso de herramienta neumática o eléctrica, que se encuentre iluminado apropiadamente con luz artificial o natural. De ser necesario estar en cubierto o a la intemperie y ayudas visuales. La herramienta necesaria debe ser la exacta, es decir, no debe de sobrar ni faltar elementos que permitan la realización de la operación, incluyendo también los dispositivos de ensamble. El equipo de protección personal, también debe ser el indispensable para que facilite la operación.

Todo elemento mencionado en la lista de auxiliares debe llevar su código de número de parte, cantidad, especificación y de ser necesario observaciones de operación, ya sea instalación, dispositivo, herramienta o equipo de protección personal.

Centro de Prototipos VEHIZERO
Vehículo: E1A - ECCO Chassis Estándar

Hoja de Proceso TM XXXXXX Ensamble a bastidor de los subensambles de motor, clutch, concha, caja de velocidades						Referencia	Prototipo ECCO 3
						Fecha de actualización.	23 de Ene de 10
Fila	Auxiliares para ensamble	No. Parte	Cantidad	Unidad	Especificación	Compra	Observaciones
2	Instalaciones						
2.1	Compresor de aire	SC18	1	Pz	90 Psi		Adaptar a planta de ensamble
2.2	Iluminacion	S-0002	1500		Lumens		Verificar iluminacion
2.3	Ayudas visuales	A-000	S / Req				
2.4	Grua viajera	SC22					
3	Herramientas y Dispositivos						
3.1	Prensa hidraulica	PXXX	1	Pza		C	
3.2	Dispositivo de montaje	D-008	1	Pza		F	
3.3	Dispositivo de montaje	D-0006	1	Pza		F	
3.4	Torquimetro o barra click calibrada	SC20	1	Pza		C	Precalibrado seg. Operación
3.5	Dispositivo centrador de clutch	D-009	1	Pza		F	
3.6	Dispositivo para posicionar la caja verticalmente	D-0007	1	Pza		F	
3.7	Eslinga de 1" X 3.10 metros	SC19	1	Pza		C	
3.8	Pistola neumática	SD2	2	Pzas		C	Precalibrado seg. Operación
3.9	Dado de 19 mm	MA27	1	Pza		C	
3.10	Extensión de 10' con entrada de 1/2	SA60	2	Pzas		C	
3.11	Matraca con entrada de 1/2".	SB1	1	Pza		C	
3.12	Llave allen de 5/16	SA72	1	Pza		C	
3.13	Dado de 15/16	SA73	1	Pza		C	
3.14	Dado de 10 mm	MA33	1	Pza		C	
3.15	Dado de 3/8	SA18	1	Pza		C	
3.16	Dado de 7/16	SA19	1	Pza		C	
3.17	Dado de 8 mm	MA74	1	Pza		C	
3.18	Dado de 5/8"	SA53	1	Pza		C	
3.19	Dado 11/16	SA54	2	Pza		C	
3.20	Contenedores para standard parts	SC25	8	Pzas		C	
3.21	Recipiente para lacre	SC24	1	Pza		C	
3.22	Brocha de 1"	SC23	1	Pza		C	
4	Equipo de Protección Personal						
4.1	Overall	EPP-0001	1	Pza		C	
4.2	Gorra	EPP-0002	1	Pza		C	
4.3	Botas de Casquillo	EPP-0003	1	Pza		C	
4.4	Guantes tejidos, tipo piloto (Con dedos cortados).	EPP-0004	1	Pza		C	

Ejemplo de hoja de proceso, sección lista de auxiliares.

Descripción de los Dispositivos de Ensamble.

Como lo he estado mencionando anteriormente, el ensamble y desensamble del vehículo ECCO 1A se volvió una gran fuente de información no sólo para conocer las operaciones asociadas, material y herramental, sino también de dispositivos que se requieren para facilitar el ensamble del vehículo, los cuales llamé dispositivos de ensamble. Un dispositivo de ensamble es cualquier accesorio que permita facilitar el ensamble de componentes del vehículo y al vehículo, es decir, hacer sub ensambles y estos sub ensambles ensamblarlos al producto principal. Un dispositivo de ensamble, puede ser desde una herramienta adaptada o hasta pedazos de desperdicio acondicionados para la tarea u operación.



Polines de MDF
de desperdicio

Diferencial con
sus accesorios
ensamblados



Patín para transportar Pallets

Un ejemplo de cómo un dispositivo de ensamble satisface una necesidad, es el caso del posicionamiento del diferencial en su posición de ensamble. El diferencial es un componente del vehículo que es de grandes dimensiones y peso, por lo cual lo hace difícil de manipularlo y por la secuencia de ensamble que se ha propuesto, este componente es uno de los primeros que tiene que ser armado al vehículo.

El problema a ser resuelto, es el de colocar el diferencial con sus accesorios a el área donde va a ser ensamblado al vehículo, en este caso como es una primera etapa de ensamble, al bastidor. El diferencial debe de ser tomado de su rack en la zona del almacén o surtido según sea el caso, se le ensambla sus accesorios correspondientes (muelles, ductos de freno, mangueras, llantas) y llevarlo a su posición de ensamble y ensamblar al bastidor.

Para que se pudieran satisfacer esas necesidades, se desarrollo un dispositivo que pudiera cargar el diferencial para su transporte, que permitiera fácil acceso al ensamble entero del diferencial y que pudiese colocar el mismo en posición de ensamble. Hay que señalar que cuando se refiere a posición de ensamble, se tiene que levantar el diferencial del suelo una cierta altura especifica, esto es para ensamblar los muelles al bastidor, tienen que ser sometidos a la carga del peso del bastidor y permitir que los barrenos de ensamble coincidan con los barrenos de los soportes de los muelles.

El dispositivo ideado se muestra en las imágenes, que es un patín para pallets con unos polines de MDF. El patín que es una herramienta común para transporte de pallets que se utiliza en cualquier almacén y con la capacidad de levantar al menos 3 toneladas de peso, a una altura de 15 cm. Los polines de MDF son desperdicios que en este caso nos ayudaron como soportes para posicionar el diferencial.

Los polines de MDF fueron contruidos de tal forma que constituyen un soporte para el diferencial y lo colocan de una forma planificada que facilita el ensamble de los accesorios, sin ninguna obstrucción o interferencia. De esta manera se puede tomar el componente del rack, ensamblar los accesorios sobre el dispositivo y es llevado a ser ensamblado.

Aunado a las características del patín, se desarrollo un dispositivo para ensamble que cubre las expectativas de las necesidades antes mencionadas, haciendo énfasis en que el dispositivo fue hecho con desperdicio y con una herramienta para un propósito en especifico a la que fue fabricada y que fue adecuada para un objetivo diferente.



En la imagen se puede ver el diferencial ensamblado al bastidor con ayuda del dispositivo de ensamble.

Hoja de Proceso – Descripción de la Operación.

La descripción de la operación consiste en explicar de la forma mas detallada posible, los pasos que se siguen para realizar la operación especifica. En la hoja de la descripción, debe estar como título, la parte del proceso en que se va a trabajar, se debe mencionar cuantos operadores se verán involucrados en la tarea, la asignación de la posición donde estarán trabajando (izquierda, derecha, enfrente, detrás). Numerar las tareas a realizar, incluir el código de la herramienta y el dispositivo al describir la operación, incluir fotos o anotaciones que permitan explicar la operación de manera más simplificada y mejor explicada. Este documento debe revisarse constantemente, ya que cualquier cambio en el producto o en el proceso, impacta directamente la operación del ensamble. Obsérvese la clave TMX 111, dependiendo del tipo de operación se le asigna una clave, en este caso, la X significa que es una operación directa al bastidor.

Centro de Prototipos Vehizero Vehiculo: E1A - ECCO Chassis Estándar Descripción de Operaciones de Ensamble

Ensamble a bastidor de los subensambles de motor, clutch, concha, caja de velocidades

Departamento:		Hoja de proceso No. TM XXXXXXXXXX		Fecha: 23/01/2010	
Numero de secuencia de hoja de proceso. TM XXXXXXXXXX		Herramientas y Dispositivos:			
Operación: TM Un operador		No de parte:			
		C	S	E	
Tarea	TM X111 Ensamblar al lado izquierdo del bastidor con soportes, el subensamble de motor, clutch, concha, caja de velocidades, puentes de sujeción				Anteriormente TX 110
1	Se posiciona la grua viajera (2.4) encima del ensamble de tren motriz (49) y se espera a que el operario derecho termine de colocar 2 eslingas (3.7) para levantarlo.				
2	Se sujetan las eslingas (3.7) por el lado izquierdo a la grua viajera, y se levanta, guiando el tren motriz (49) hasta una altura en la que el operario derecho pueda retirar el dispositivo D-0006.				
3	Se coloca ensamble de tren motriz (49) sobre del bastidor (50) con la ayuda de la grua viajera (2.4), se coloca en los 4 soportes, y en el lado izquierdo del tren motriz (49) se colocan en los soportes 2 rondanas planas (60) y 2 de presión (61) se colocan 2 tuercas en los soportes izquierdos de 12 mm (57) y con la pistola neumatica (3.8) y con dado (3/8"), se torquean con (3.4) y se los aplica lacre (10). Esta operación es paralela con el operario derecho.				

Hoja de Proceso – Estudio de tiempos.

Centro de Prototipos VEHIZERO
Vehículo: E1A - ECCO Chassis Estándar

Estudio de Tiempos – Elementos de Producción

Ensamble a bastidor del subensamble de diferencial con frenos, muelles, rines-llantas y

Estudio No: 7 D

Fecha: 23-Enero-2010

Operación No.	Elementos de Producción lado derecho	Toma de Tiempos-Minutos y Segundos					Total	Frec.	T.M.O	Numero Operarios	T.R	T.H	Observaciones
		1	2	3	4	5							
DIF 12	Subensamblar muelles y rin-llanta al lado derecho del diferencial con frenos	4.01	3.23	2.30	2.55	2.45		5		1			
DIF 22	Giro de diferencial con frenos, muelles, rin - llantas									Falto mostrar un operario 07 10 24	1.5	3.00	Tiempo estimado para equipo de planta de ensamble
DIF X32	Ensamblar al lado derecho del bastidor el subensamble del diferencial con frenos, muelles y rines-llantas	6.24	5.03	5.13	6.36	5.42		5		1			
DIF X42	DIF X42 Ensamblar al lado derecho del bastidor y diferencial un amortiguador trasero	0.52	0.48	0.50	0.45	0.54		5		1			
DIF X52	DIF X52 Ensamblar al lado derecho del bastidor el chicote trasero de freno de estacionamiento lado derecho	1:04	0:49	1:02	0:47	0:42		5		1			

TMO = Tiempo Medio Observado.

TR = Tiempo reloj

T.H = Tiempo Hombre

La hoja de estudio de tiempos, como su nombre lo indica, recopila el tiempo requerido para realizar una operación asignada. Debe contener en el título la operación de ensamble, el número de operación, la descripción de la operación, el tiempo que tarda en realizarse la operación, el número de operario referido a su código y observaciones. El tiempo que toma en completarse una operación específica, se registra en la hoja, cada operación se realiza 5 veces y se toma el tiempo medio observado, (TMO un promedio de los tiempos). El tiempo reloj es lo que tarda en realizar la tarea y el tiempo hombre es el tiempo que tarda en realizarse la operación de acuerdo al numero de operarios involucrados, es decir, el TMO multiplicado por el numero de operarios, como se muestra en la tabla de ejemplo.

La tabla de ejemplo muestra el estudio de tiempos de la operación de ensamble del diferencial al bastidor, a comparación de las anteriores que han sido hojas de proceso del tren motriz. Como lo había mencionado anteriormente, las operaciones con X son operaciones de ensamble al bastidor, las demás operaciones son sub ensambles.

La primera columna de la derecha de la tabla de ejemplo, que indica el número de la operación, este número viene de la hoja de descripción de la operación.

La segunda columna de la derecha, indica la descripción de la operación, no es la descripción de cada tarea, sino de la operación a realizar. También viene de la hoja de descripción de la operación.

Las 5 columnas siguientes, pertenecen a los campos de la toma de tiempos, esto es que para cada operación enlistada, se hicieron 5 tomas de tiempo, es decir, cada operación se realizó 5 veces.

Decidí realizarlo al menos 5 veces para obtener un Tiempo Medio Observado representativo, ya que existen ciertas operaciones que no pueden realizarse más de 5 veces ya sea por que no se tiene el equipo y las instalaciones adecuadas o porque la misma operación no lo permite. Aunque para fines estadísticos, es mejor tomar una muestra con más datos, al menos 30.

En la columna de Total, se registra la suma de los tiempos obtenidos y en la de Frecuencia, las veces que fueron tomadas.

El Tiempo Medio Observado o también llamado Tiempo Medio por Operación (TMO) es el tiempo requerido para realizar la operación.

La columna de número de operarios, viene de las claves que se le dio al personal involucrado.

El tiempo reloj, mencionado anteriormente, registra el tiempo que nos marcaría el reloj en que se realiza la tarea, y ya que se obtuvo un promedio de tiempos, coincide con el TMO.

La columna de tiempo hombre, registra el tiempo que se tarda el operario en realizar la función, depende también de cuanto personal este involucrado, es decir el número de operarios multiplicado por el TMO, se puede ver en la operación número DIF 22 de la tabla de ejemplo.

En la columna de observaciones, se hacen anotaciones relacionadas con la operación, pueden ser de cualquier índole. La información recopilada en esta hoja, mas adelante será utilizada para el diseño de la línea de ensamble.

Hoja de Proceso – Hoja de tiempos de preparación de herramienta

Centro de Prototipos VEHIZERO Vehículo: E1A - ECCO Chassis Estándar

Estudio de Tiempos – Elementos de Preparación de Herramental y Dispositivos
Ensamble a bastidor del subensamble de defensa trasera, soportes y calaveras.

Estudio No: 1 D

Fecha: 23-Enero-2010

Operación No.	Elementos de preparación de herramental y dispositivos	Toma de Tiempos-Minutos y Segundos					Total	Frec.	T.M.O	Numero Operarios	T.R	T.H	Observaciones
		1	2	3	4	5							
	Operario A	2:28	2:20	2:03	2:07	2:08				1			
	Operario B	2:28	2:20	2:03	2:07	2:08				1			

Ejemplo de hoja de estudio de tiempos de preparación de herramienta.

La hoja de estudio de tiempos de preparación de herramientas y dispositivos, es un registro de tiempo que se tarda en realizar el operario en preparar las herramientas y dispositivos necesarios para realizar la operación asignada en su área de trabajo, se planea que esto se haga una vez por día ya en la línea de producción.

También se registra el tiempo en que el operario completa la operación de prepara su herramientas. Que incluye tomarlas desde el almacén, hasta prepararlas para su utilización.

Para cada operación general, el tiempo de preparación de herramientas varia, ya que depende de las herramientas y las instalaciones requeridas involucradas.

3.3 Planeación y desarrollo de la línea de ensamble.

Tiempo Takt.

Tiempo "Takt" según su significado original en el idioma alemán, o bien "ritmo" en castellano intenta copiar el ritmo que marca el director de una orquesta sinfónica con los movimientos de la batuta en su mano a cada uno de los músicos que deberán tocar su nota correspondiente en el justo momento que lo solicita el ritmo, pues de otra forma, el resultado no sería el esperado.

De la misma forma el tiempo "Takt", estará entonces demandando el ritmo que deberá estar siguiendo cada una de las partes del proceso para que se logre una unidad terminada cada vez que el compás termina.

El tiempo Takt se calcula dividiendo el tiempo disponible para producir determinada cantidad de unidades entre la propia cantidad de unidades. Es decir tiempo disponible entre requerimiento del cliente.

$$\text{Tiempo TAKT} = \frac{\text{Tiempo disponible para producción (hrs.o seg.)}}{\text{Requerimiento del cliente (unidades)}}$$

Ejemplo:

$$\text{Tiempo TAKT} = \frac{8 \text{ horas}}{120 \text{ unidades}} = \frac{480 \text{ minutos}}{120 \text{ unidades}} = 4 \text{ min/pza}$$

El resultado del ejemplo anterior determina que para lograr 120 unidades terminadas al final de 8 horas (480 minutos), es necesario terminar una unidad cada 4 minutos.

Tiempo medio acumulado.

Es el T.M.O. Acumulado por operario al realizar sus diferentes grupos de operaciones.

Tiempo de Espera.

Es el tiempo que un operario espera a su compañero de trabajo cuando generalmente trabajan en paralelo y se requiere de los dos operarios para realizar una operación.

Tiempo Ciclo. Es el tiempo medio acumulado que se requiere para realizar un ciclo de grupos de operaciones y este debe de estar dentro del Takt time; este es el acumulado de los T.M.O. y el Tiempo de Espera. Otra definición válida es la cantidad total de tiempo que se requiere para completar el proceso.

Es necesario conocer estos conceptos para poder planear y desarrollar la línea de ensamble.

De las hojas de proceso obtuve la información requerida, que en este caso lo que interesa es el TMO, pero para obtener el tiempo Takt, requerí saber la demanda de unidades en un lapso de tiempo. Así que revisando los requerimientos de producción requeridos para el cliente de la empresa, se tiene lo siguiente:

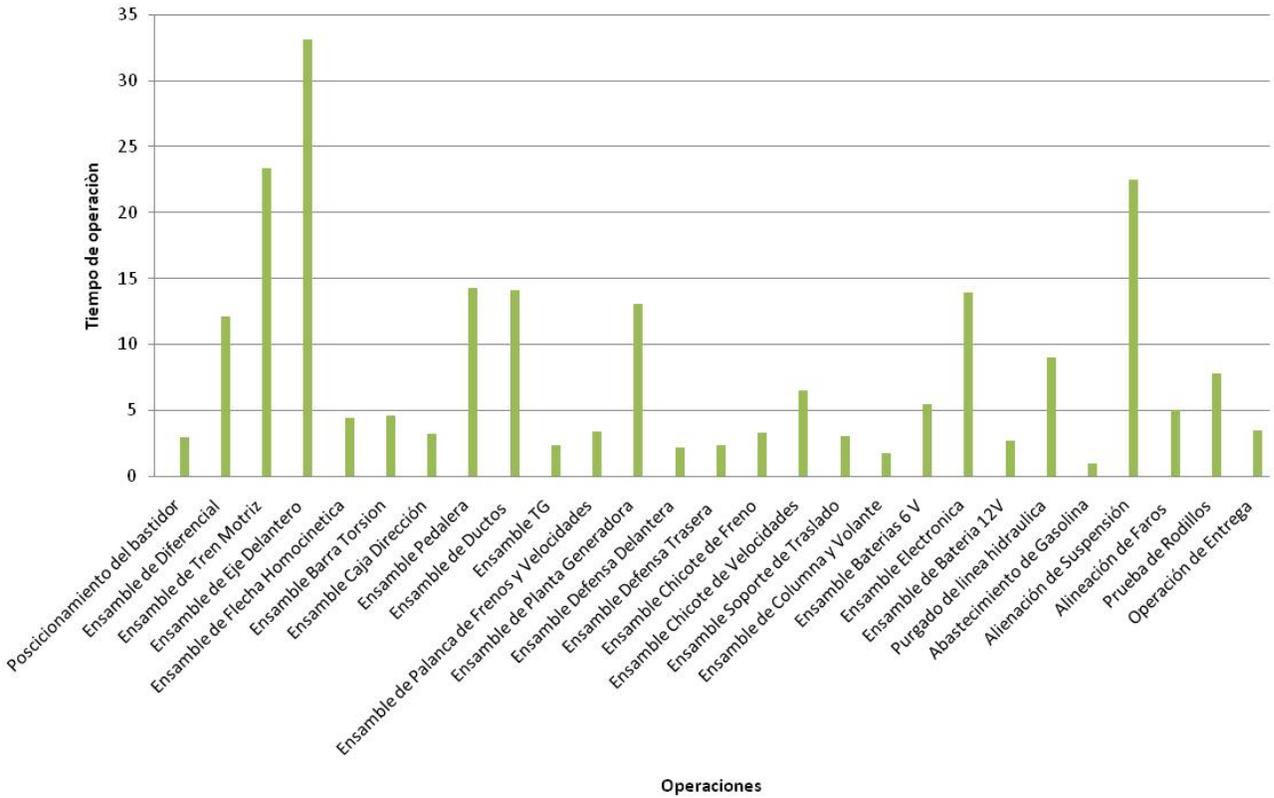
Parámetros de la demanda.

Demanda final (ECCO)	6000 Vehículos/Año
Horizonte para la demanda final	5 Años
Días laborables	245 días / año
Turnos de trabajo	1 (8 horas)

Con la información de los TMO de todas las operaciones, hice un estimado de la producción de vehículos. Los tiempos TMO de todas las operaciones, incluyendo el número de operarios requeridos por operación, su código y descripción, se muestran en la tabla de anexo A.

Por medio de una grafica que incluye todas las operaciones de ensamble del vehículo, se puede ver que operación requiere más tiempo en realizarse. Obsérvese la grafica 1.

Tiempo de ensamble de componentes



Grafica. 1

La grafica 2 muestra la cantidad de operarios involucrados en cada operación de ensamble.



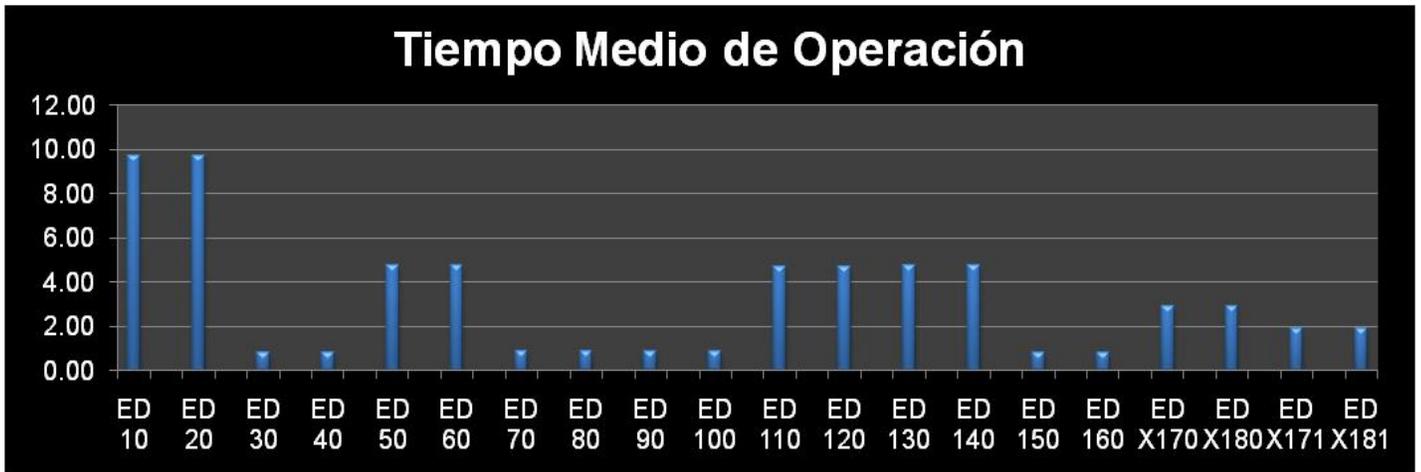
Grafica 2.

De la grafica 1, se puede observar que las operaciones de Ensamble de Eje Delantero y Ensamble de Tren Motriz, son las que requieren mas tiempo para realizarse.

Bajo el concepto de Takt Time y a comparación de las demás operaciones, la operación de Ensamble de Eje Delantero decidí dividirla en sus sub ensambles para reducir el tiempo de ensamble y de esta manera tener un Takt Time lo mas reducido posible.

Enlisté los sub ensambles que conforman la operación Ensamble de Eje Delantero y se tomó el tiempo el mayor tiempo de los sub ensambles como parámetro principal.

La grafica 3 muestra los tiempos de los sub ensambles que forman la operación Eje Delantero.



Grafica 3.

Se puede ver que los sub ensambles ED10 y ED20 son los que mayor tiempo toman en realizarse, ya no es posible reducirlos mas por la manera en que se realizan estas operaciones y por lo tanto son tomados como tiempos parámetro.

De la misma manera se analizaron las operaciones de Ensamble de Tren Motriz y Alineación de la Suspensión.

A través de un software se hizo un análisis de todas las operaciones involucradas, ya que así como hay operaciones que llevan un tiempo mayor en realizarse, existen operaciones que tienen un tiempo menor, así que con ayuda del programa de computadora se organizaron las operaciones para lograr un Takt Time lo menor posible.

Nota: La empresa se reserva la información de cómo se logro el Takt Time.

El Takt Time logrado es de **14.71 minutos**.

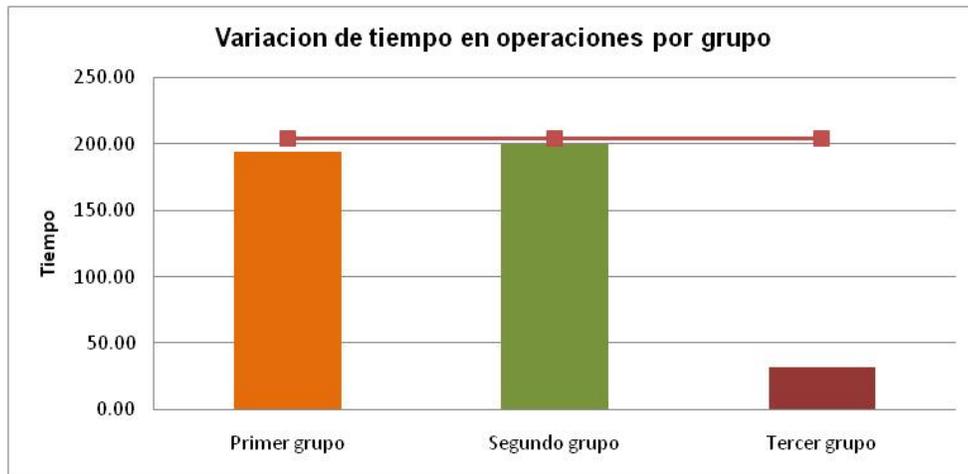
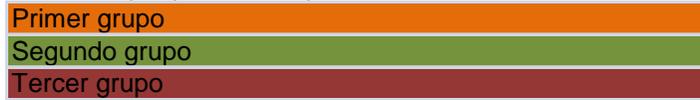
Es decir, que se estima producir un vehículo cada **14.71 minutos**

Conociendo el TMO de las operaciones, y el Tiempo Takt, realicé un balanceo de la línea de ensamble, es decir, que ajusté las operaciones a que no sobrepasaran el tiempo de 14.71 minutos. De tal manera que pude ajustar la producción de los vehículos a diferentes proyecciones, agrupando las operaciones en bloques, dependiendo de cuantos vehículos por día se requieran.

Las siguientes graficas son propuestas de balanceo de la línea, no son los balanceos finales, esto es solo para ejemplificar como a partir de las propuestas se llega a la planificación de la línea de ensamble. Graficas 4,5, 6 y 7.

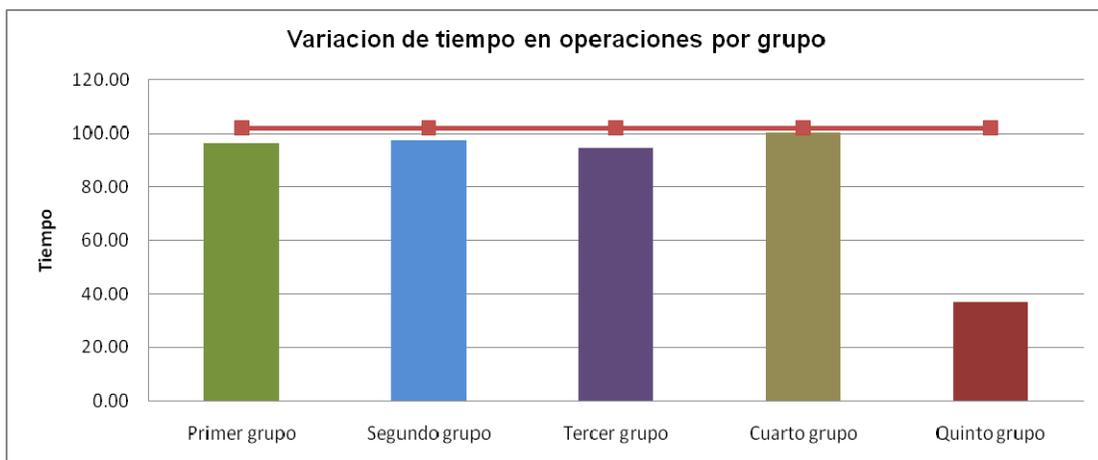
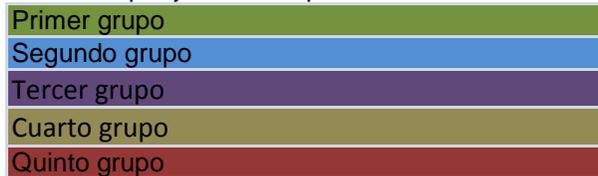
Con esta información, ya es posible hacer los lay outs de la línea de ensamble.

2 vehiculos por jornada de producción 204 min



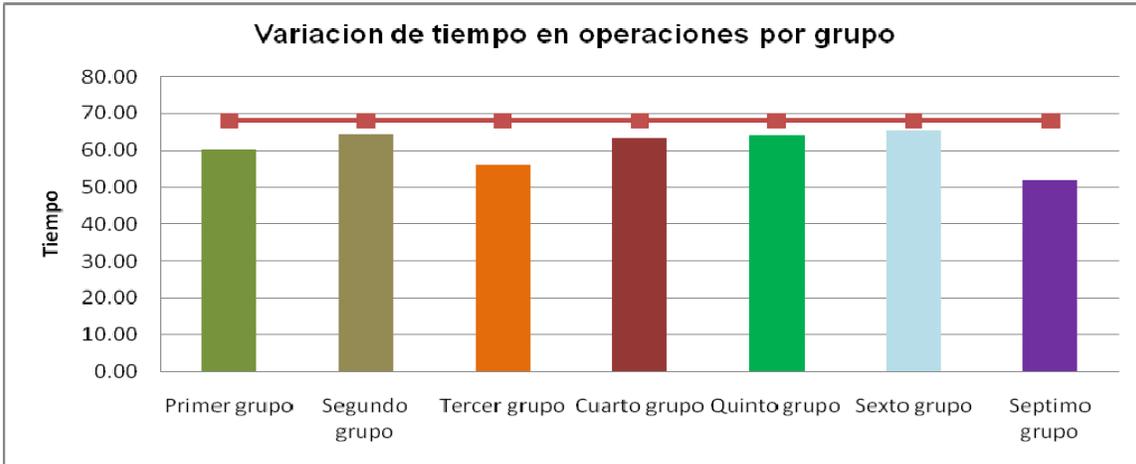
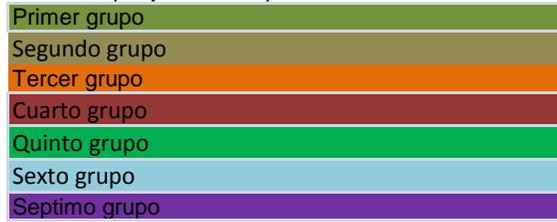
Grafica 4

4 vehiculos por jornada de producción 102 min



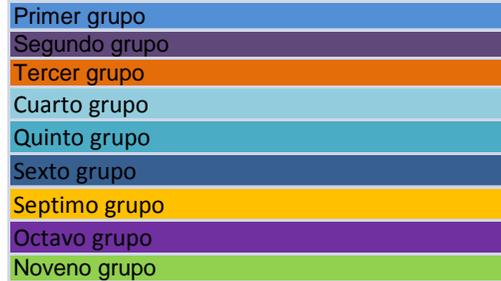
Grafica 5

6 vehiculos por jornada de producción 68 min



Grafica 6

8 vehiculos por jornada de producción 51 min



Grafica 7

3.4 Elaboración de Lay outs para el desarrollo de una planta de ensamble

Lay out en planta, es una proyección de las necesidades que se manejan en el proceso de almacenamiento, distribución o logística que se requiera dentro de las instalaciones. Esto es tener lo más cerca posible los materiales o productos de las operaciones, y que las distancias sean las menos complicadas y sobre todo que sea flexible el manejo del Lay out dentro del almacén.

Presenté el diseño del Lay out de los puestos de trabajo, el cual está basado plenamente en la gráfica de operaciones. Esta refleja los recursos, tanto materiales como humanos, que se necesitan para cumplir con las tareas planteadas.

Con el listado de equipos, materiales y personas involucradas pude dimensionar cada uno de los puestos de trabajo especificado en la gráfica de operaciones.

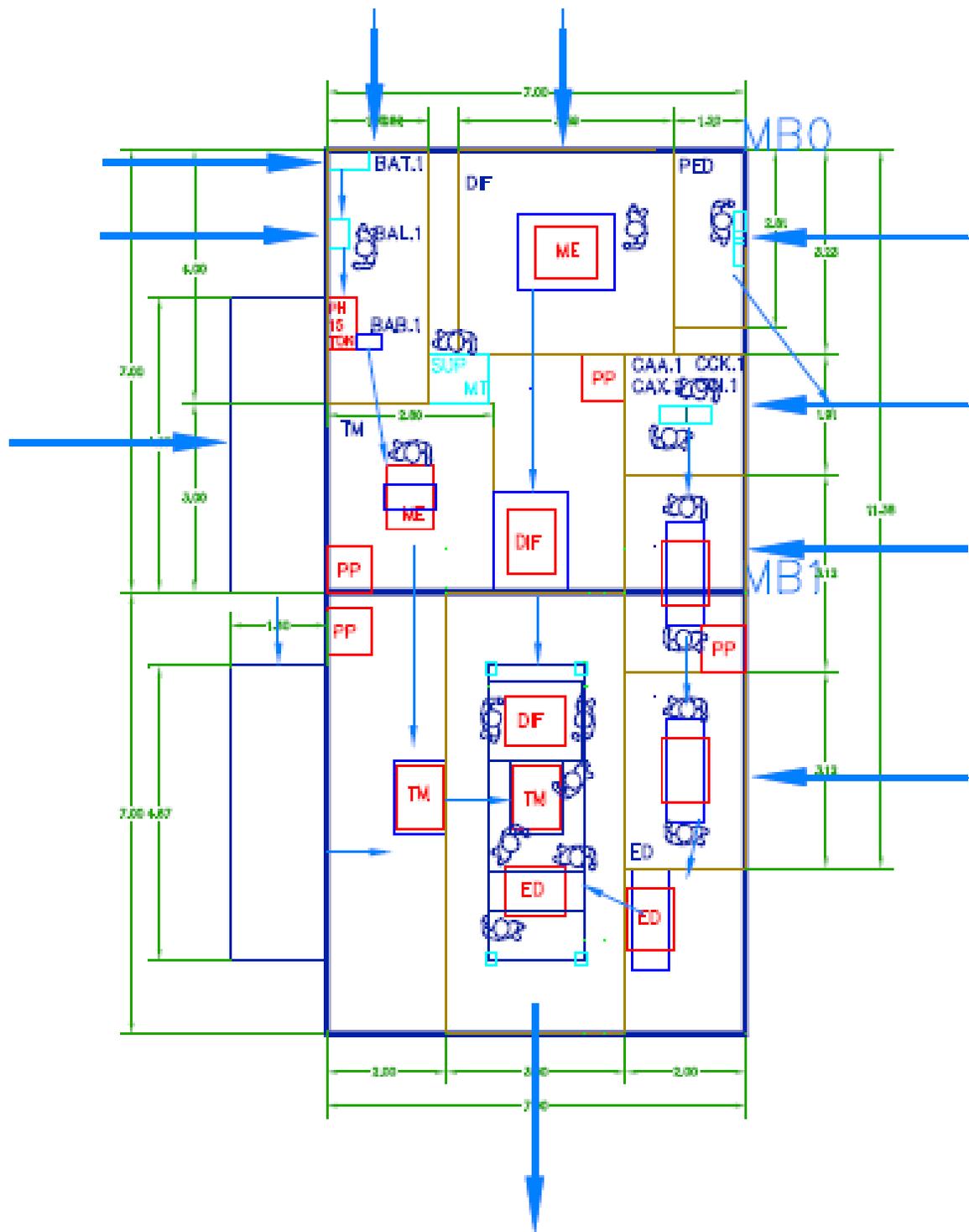
También pude describir el diseño del almacén central y el sistema de aprovisionamiento que debe tener con las estaciones de trabajo de manera que pueda cumplir con los parámetros establecidos en el diseño del sistema productivo JIT. (Just In Time).

El diseño de los puestos de trabajo (Módulos de ensamble) muestra en un espacio físico la relación entre los componentes de la lista de materiales; los grupos de operaciones a realizar por cada operario, ensamble o modulo; las dimensiones de componentes, ensambles, maquinaria y equipo; y el diseño de las operaciones a realizar, probadas en un simulador.

Una vez analizadas las necesidades de cada modulo, concluí que se pueden tener módulos tan grandes como el que tomando en cuenta las dimensiones del bastidor y el espacio que requerirán los operarios para poder realizar los ensambles, el diseño del Lay out de los puestos de trabajo tendrá las siguientes características:

- Se emplearán módulos simétricos para todos los puestos de trabajo.
- Los módulos serán de 7m x 7m.
- Por cada modulo de Bastidor (espacio físico) habrá dos módulos de Cabina.
- Las operaciones de sub ensamble que requieren poco espacio, se realizarán en el espacio de cada módulo al que corresponde, más concretamente a un lado.
- Cada módulo de 7m x 7m estará en línea con el siguiente tomando en cuenta el espacio necesario para el traslado del bastidor.
- Cada módulo tendrá en cuenta el área de trabajo necesaria para asegurar la movilidad y seguridad de los operarios.
- En cada módulo se contemplará el espacio necesario para la maquinaria y equipos auxiliares de trabajo.

Siguiendo el orden establecido por la gráfica de operaciones, se muestra a continuación el Lay out de un módulo o puesto de trabajo como ejemplo.



En la imagen de ejemplo, se puede observar 2 módulos, en los cuales se ilustran los operarios, las claves de las operaciones y componentes, las áreas de ensamble y sub ensamble, la zona de surtido, los posibles dispositivos y herramientas. También se observa en flechas azules, la dirección del suministro y el flujo de ensamble.

Para cada modulo desarrollé su correspondiente lay out, de acuerdo con la secuencia de operaciones. A continuación se muestra el lay out completo de la línea de ensamble del vehículo ECCO1A.

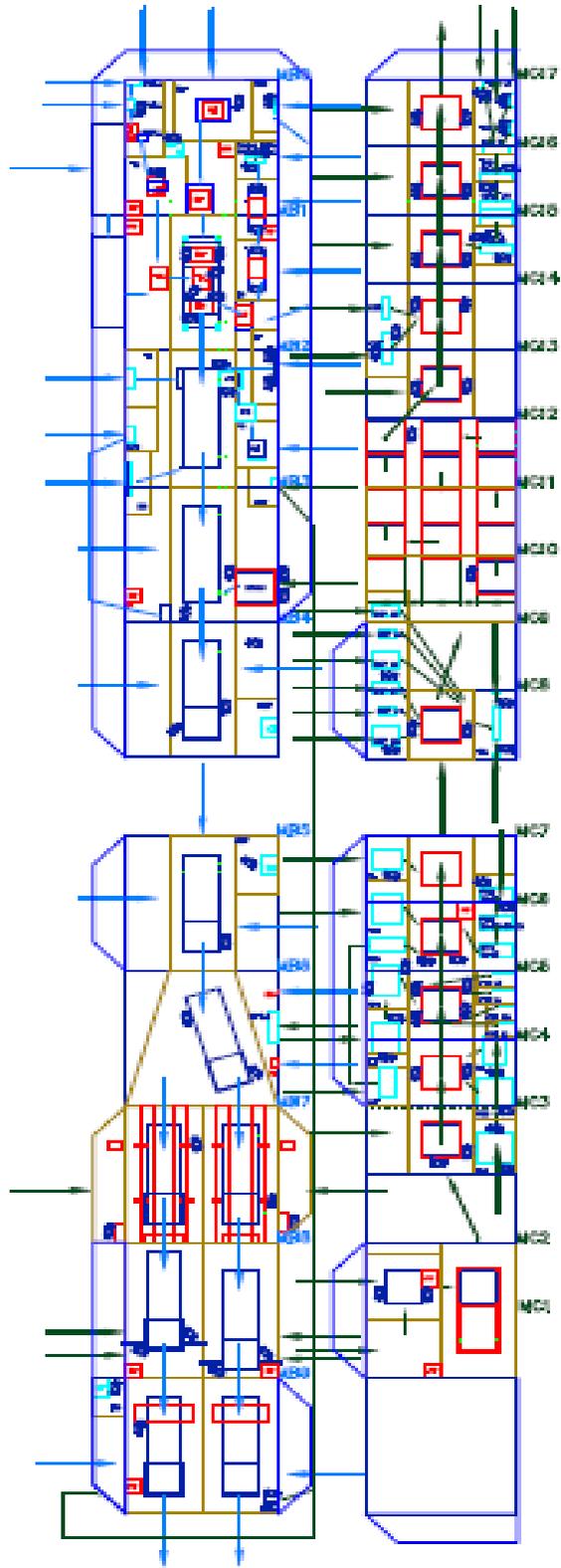


Ilustración del proceso de ensamble completo del vehículo ECCO1A.

3.5 Elaboración de análisis de operaciones general

Una vez que se tiene un concepto amplio de cómo ensamblar el vehículo ECCO1A, a través de las descripciones de las operaciones y de los lay outs de la línea de ensamble, se necesita realizar físicamente esas acciones, pero para ello se necesita llevar un control de cómo producirlo. Es entonces que se utilizan como ayuda las metodologías, en este caso el ciclo de planeación de la calidad de un producto, nos ayudó con las actividades de producción.

Bajo esa metodología desarrollé formatos que me ayudaron en el análisis de operaciones que a continuación se muestran.

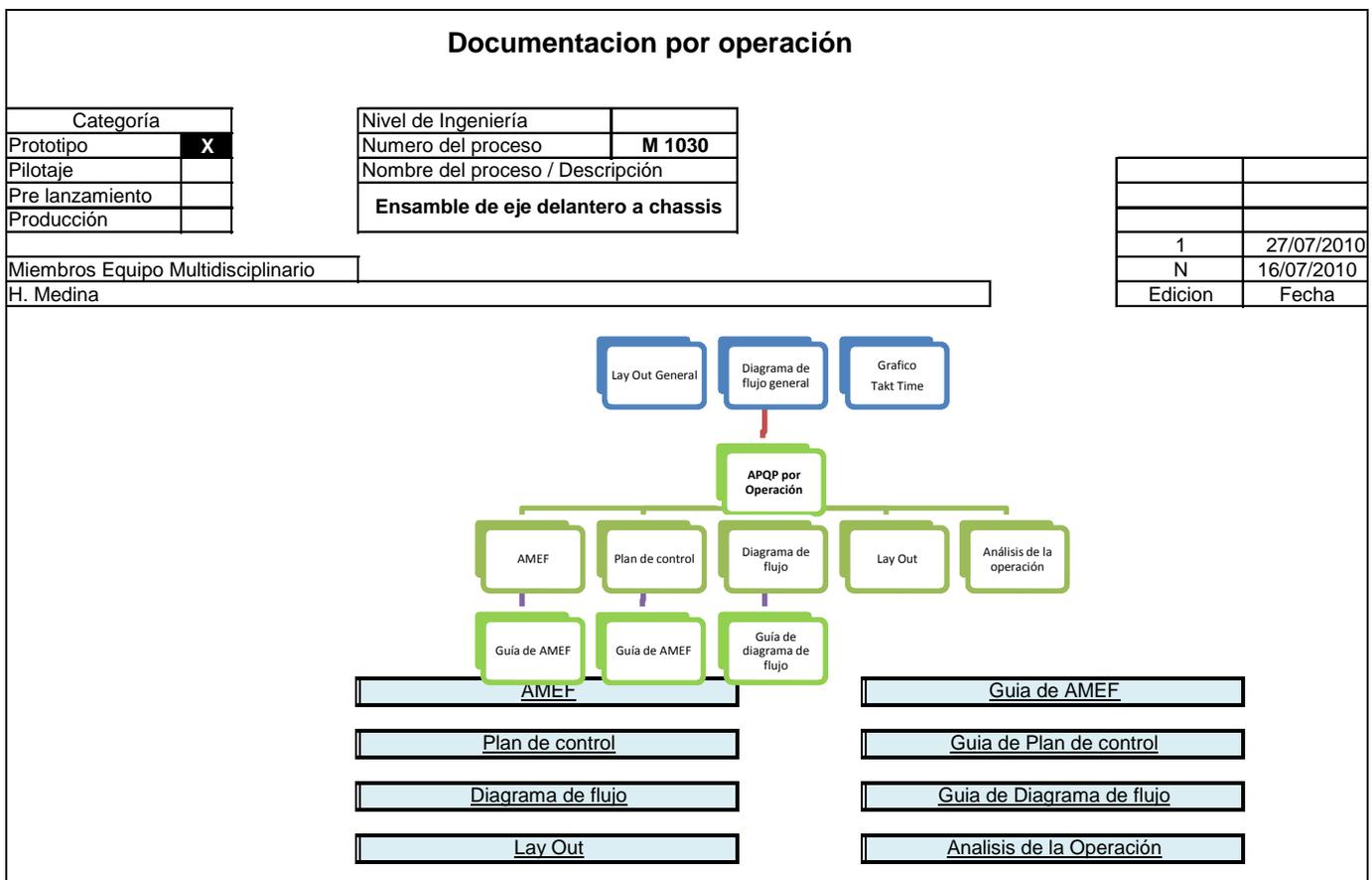


Imagen 1

En la imagen 1 se muestra los elementos que se requieren para un análisis de operaciones general. AMEF, Plan de control, Diagrama de flujo, Lay Out, y Análisis de la operación. Se debe realizar un Análisis de Operación General para cada operación de ensamble.

AMEF

El Análisis de Modo de Efecto de Falla, nos ayuda a identificar las posibles causas potenciales para que un error, defecto o falla ocurra. A partir de esto, también nos ayuda a evitar que esto ocurra.

AMEF																	
Categoría		Nivel de Ingeniería															
Prototipo	X	0															
Pilotaje		Numero del proceso															
Pre lanzamiento		M 0210															
Producción		Nombre del proceso / Descripción															
Miembros Equipo Multidisciplinario		Subensamble de Sistema de Frenos Trasero															
H. Medina																	
Código IP-RC-07-02																	
Responsable Ingeniería de procesos																	
Retención 10 años																	
Hoja																	
0 0																	
0 0																	
0 0																	
0 0																	
N 19/10/2010																	
Edición Fecha																	
Función del proceso/parte	Modo potencial de falla	Efecto de falla	SEV	CLAS	Causa de falla	OCUR	Método de control		DET	RPN	Acciones recomendadas	Responsables y fechas objetivo de cumplimiento	Acciones tomadas	Resultados de acciones			
							Controles prevención	Controles detección						SEV	OCUR	DET	RPN
Ir por patin con dispositivo para Eje Trasero.	Descompostura del patin	Desabilita miento del patin con dispositivo	8	Critica	Falta de mantenimiento del patin con dispositivo	3	P Capacitacion en la operación	D Inspección visual	1	24	Inspección periodica	Ing. De Mantenimiento cada lapso de tiempo programado	Inspección periodica				
Tomar del rack de ejes traseros, un eje trasero con ayuda de el patin con dispositivo.	Golpe del eje trasero con el rack	Daño en el eje trasero y en el rack	2	Menor	Manejo inadecuado del patin con dispositivo	8	P Capacitacion en la operación	D Inspección visual	1	16	Seguimie nto de la operación estandar	Supervisor de la operación, revisión periodica	Inspección de la operación				
Ir y traer el chicote de freno de mano al area de surtido.	Golpe en los conectores del chicote de freno.	Daño en los conectores	1	Menor	Manejo inadecuado del chicote	1	P Capacitacion en la operación	D Inspección visual	2	2	Seguimien to de la operación estandar	Operador	Observación y aplicación de la operación				

Imagen 2

La imagen 2 muestra como es el formato del AMEF y su contenido, cada operación de ensamble le corresponde un AMEF, y se analiza cada descripción de la operación que vienen de las hojas de proceso.

Plan de Control

Una vez establecidos los lineamientos para realizar la producción del vehículo, se debe de tener un seguimiento de lo que se esta realizando, en este caso el plan de control nos ayuda a llevar en orden las operaciones de ensamble y también a actuar en caso de que se produzca un error.

Plan de Control						Código	IP-RC-07-01			
						Responsable	Ingeniería de procesos			
						Retención	10 años			
						Hoja				
						0	00/01/00			
						0	00/01/00			
						0	00/01/00			
						0	00/01/00			
						N	19/10/10			
						Edición		Fecha		
						H. Medina				
Nombre proceso / Descripción de Operación	Maquina, Dispositivo, Jig, Herramienta para Manufactura	Características			Especificación/ Tolerancias	Evaluación y técnica de medición	Métodos		Poka Yoke	Plan de reacción
		Núm.	Producto	Proceso			Muestra			
							Tamaño	Frecuencia		
Pasar el chicote por el orificio del portabalata hasta el tope										
Ensamblar resorte en el chicote.	Dispositivo numero X	1	Croquis eje llantas y cople	Tomar ens. Del area de surtido			Cada que llega lote	Registro grafica equis		
Ensamblar conjunto de balatas a plato portabalatas.	Dispositivo que evite el giro del eje trasero durante el traslado	N/E	Ens. De eje trasero con llantas, muelles y chicote de freno	Transportar ens. De area de surtido a area de trabajo	Medida de los soportes de eje trasero, coincide con soportes del chasis	Tomar medida con referencia			Verificar que el conjunto se ensamble en los puntos especificos	Rechazar si no cumple especificaciones

Imagen 3

La imagen 3 muestra el formato del plan de control, al igual que en el AMEF, cada operación de ensamble tiene un plan de control y las descripciones de las operaciones vienen de las hojas de procesos.

Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo, nos indica las características de estado en el que se encuentra el ensamble, incluye el nivel de ensamble, tipo de ensamble, nombre de la operación, tiempo de ensamble, si es ensamble a bastidor o sub ensamble, los materiales involucrados y simbología de la operación.

Diagrama de flujo

Categoría		Nivel de Ingeniería	0	Hoja	0	0
Prototipo	X	Numero del proceso	M 0210		0	0
Pilotaje		Nombre del proceso / Descripción			0	0
Pre lanzamiento		Subensamble de Sistema de Frenos Trasero			0	0
Producción					N	19/10/2010
Miembros Equipo Multidisciplinario	H. Medina			Edicion	Fecha	



Imagen 4

La imagen 4 muestra el formato para el diagrama de flujo de la operación, la información incluida viene de la descripción de la operación y de las hojas de proceso.

Lay Out

El Lay Out indica las dimensiones del área de trabajo, los materiales involucrados, el ensamble al vehículo, operarios y el recorrido que deben de hacer estos para realizar su tarea. Su finalidad es mostrar los obstáculos que se puedan encontrar en el ensamble del vehículo.

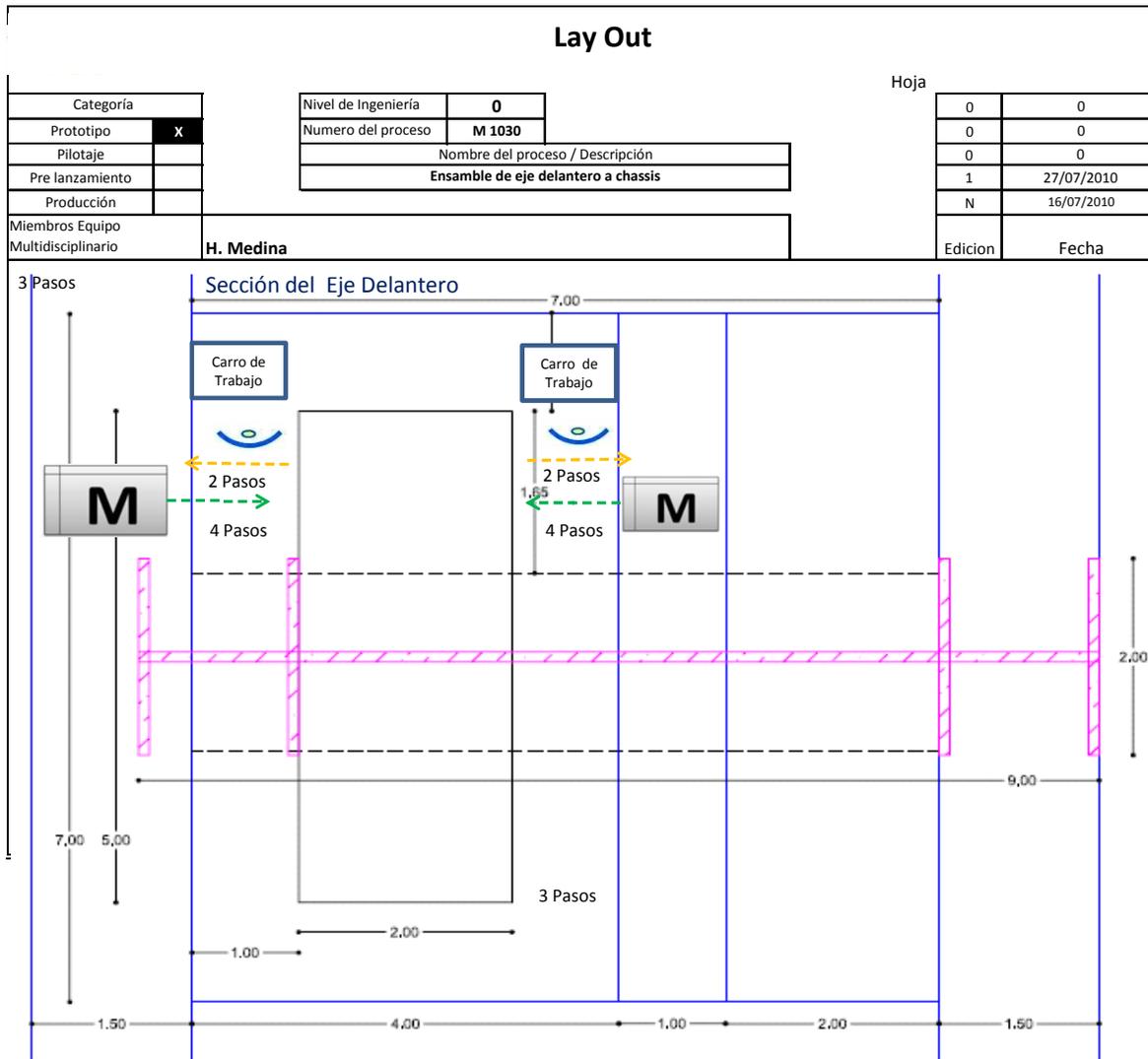


Imagen 5

La imagen 5 muestra el Lay Out de una sola operación, es la representación grafica de la descripción de la operación.

Análisis de la Operación

Análisis de la operación (operación en espejo)

Operación M 1030

Tiempo Total **7.2**

Miembros Equipo Multidisciplinario	
H. Medina	

Recorrido mts. **3**



Secuencia	Descripción de la operación	Tiempo por operación				Diagrama de la operación en minutos																							
						Operación																							
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
1	Tr y traer el subensamble de eje delantero (brazo, horquilla, maza). Colocado en una mesa elevadora y en posición de ensamble.	0.5																											
2	Hacer coincidir los orificios del brazo de control y de el buje en el chasis, a mano y con ayuda de la mesa elevadora.	1																											
3	Colocar el tornillo estriado a brazo de control, apuntar la tuerca de seguridad a mano a tornillo estriado.	0.16																											
4	Colocar el manguito conector de barra de torsion y de brazo de control, colocar sus tornillos, rondanas de presion y apuntar a mano las tuercas.	1.5																											
5	Ensamblar horquilla con tornillos y rondanas de presion, apuntar a mano. Si es necesario ayudarse con la matraca sin apretar los tornillos.	1																											
6	Ensamblar amortiguador con tornillo, tuerca y apuntar a mano.	1																											
7	Retirar la mesa elevadora	0.16																											
8	Apretar tuercas y tornillos, con dados 10, 15 y 20 mm	0.5																											
9	Aplicar torque.	0.75																											
10	Aplicar lacre.	0.5																											
11	Regresar a posición inicial	0.08																											
Total		5.16	0.74	1.25	0																								

Imagen 6

La imagen 6 muestra el formato del análisis de la operación, mediante esta herramienta se registran los tiempos de la operación realizadas en el modulo correspondiente de la misma. Esta herramienta es útil cuando se necesita revisar algún procedimiento que pueda ser mejorado a través de la observación de la operación.

Conclusiones

Metodologías como herramientas para el desarrollo del proyecto.

Durante el tiempo que participé en el desarrollo del proyecto de la empresa Vehizero, implementé la ingeniería de procesos, ya que era evidente la necesidad de un sistema que ayudara a organizar la información recopilada y que orientara el proyecto en dirección de un objetivo estructurado previamente establecido por la alta dirección.

Dentro de los problemas identificados fue la falta de comunicación entre áreas, ya que debido a esto, el proyecto fue tomando direcciones diferentes, las de diseño industrial, electrónica y diseño mecánico. La empresa estaba siendo vista como una empresa de servicios, en vez de ser considerada como una empresa de investigación y desarrollo.

Como consecuencia de esto, la empresa entro en los hábitos de una pobre calidad, retrabajos, tiempos de entrega pospuestos, exceso de almacén, costos de inventario, material faltante e innecesario, etc., y la consecuencia de todo esto fue una falta de alcance de metas.

A pesar de que cada área estaba cumpliendo con su trabajo correspondiente, la falta de comunicación provocó que el ensamble general tuviera problemas que de alguna manera se hubieran podido prever con la ayuda de un sistema de cultura organizacional e implementando controles que ayudaran a evitar éstos.

La ingeniería de procesos fue una de las propuestas para evitar y corregir los problemas que por falta de comunicación, que consistía en involucrar a todas las áreas de la empresa, desde administrativas, de tecnología y de producción, y de esta forma enfocar todos los esfuerzos de las diferentes áreas en dirección a un objetivo común ya que las áreas se habían enfocado en un objetivo individual. Que en este caso el objetivo más importante era la satisfacción del cliente.

En lo personal, considero que me faltaron conocimientos sobre calidad, normas y estándares en el momento de realizar el trabajo. Estos los adquirí más tarde gracias a los cursos de educación continúa de la facultad, pero en su momento me hubieran ayudado a gestionar mas eficientemente el trabajo que desempeñé.

Beneficios de mi participación aplicados en el proceso de fabricación del ECCO.

Antes	Después
<ul style="list-style-type: none"> - Ausencia de un control de los componentes involucrados la fabricación del ECCO. - El orden de ensamble se efectuaba aleatoriamente. - Las herramientas utilizadas en el ensamble, eran generales. - El personal utilizado en el ensamble y el tiempo utilizado eran muy variables, no existía asignación de tareas. - Falta de procedimientos y secuencia de ensamble, así como pasar de ser un centro de prototipos a una línea de ensamble. - Ausencia de inventarios. - No existía línea de ensamble 	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de un Bill of Material. - Desarrollo de una secuencia de ensamble. - Desarrollo de Hojas de Proceso. - Selección de herramientas optimas para el y desarrollo de dispositivos. - Estudio de tiempos y movimientos, así como calculo de operarios. - Desarrollo de una línea de ensamble para el ECCO - Implementación de un control de inventario, así como la alimentación de los componentes a la línea de ensamble. - Construcción de línea de ensamble basado en el diseño de ingeniería de procesos.

Avance del proyecto y comparación de objetivos logrados.

Las actividades descritas en este reporte de actividades, fueron empleadas para una primera etapa del proyecto que fueron consideradas como actividades previas al arranque de la producción.

Basándose en los principales considerandos enfocados al área de ingeniería de procesos, se logró establecer que la línea de ensamble fuera modular para una futura ampliación. La estandarización de los conectores, fue el resultado de una retroalimentación entre las áreas de ingeniería de procesos y diseño mecánico. El establecimiento del mínimo de herramental para realizar el ensamble del vehículo

dentro de la línea de ensamble, estos fueron los objetivos que se lograron como actividades previas al arranque de la producción. Toda esta información recaudada de los lay outs de la línea de ensamble, fue suficiente para poder iniciar la construcción de la planta de producción de vehículos eléctricos e híbridos de Vehizero.

La planta fue construida basándose en que la producción de los vehículos ECCO1A sería muy baja en el inicio, sin embargo, con la ampliación de los módulos, se lograría llegar a la producción calculada para los siguientes 5 años en la misma superficie de terreno.



Imagen de la construcción de la planta de ensamble Vehizero en Aguascalientes, Ags.

Anexo A. Tabla

Operaciones en detalle de tiempo de Chassis

Grupo de Operaciones	Codigo	Codigo de operación	Operación	T.M.O.	# Op
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	PBM X10 - PBM X20	Posicionar el bastidor en el modulo 1 para montaje	3.00	6

MONTAJE DIFERENCIAL	DIF	DIF 11 y DIF 12	Subensamblar muelle y rin llanta al lado izquierdo y derecho del diferencial con frenos	3.11	1 + 1
MONTAJE DIFERENCIAL	DIF	DIF 21 y DIF 22	Girar lado izquierdo y derecho del diferencial con frenos, muelles, rin - llantas	1.50	1+1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	DIF X31 y DIF X32	Posicionar al lado izquierdo y derecho trasero del modulo 1 el subensamble del diferencial con frenos, muelles y rines-llantas	1.00	1+1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	DIF X33 y DIF X34	Ensamblar a lado izquierdo y derecho del bastidor el lado izquierdo y derecho del subensamble del diferencial con frenos, muelles y rines-llantas	4.79	1 + 1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	DIF X41 y DIF X42	Ensamblar al lado izquierdo y derecho del bastidor y del diferencial un amortiguador trasero	0.83	1 + 1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	DIF X51 y DIF X52	Fijar al lado izquierdo y derecho del bastidor el chicote trasero de freno de estacionamiento lado	0.88	1 + 1

MONTAJE TREN MOTRIZ	TM	TM 10	Subensamblar yugo y cuña a motor electrico	4.35	1
MONTAJE TREN MOTRIZ	TM	TM 20	Subensamblar plato de acoplamiento del motor al motor	0.49	1
MONTAJE TREN MOTRIZ	TM	TM 30	Subensamblar clutch a motor	1.66	1
MONTAJE TREN MOTRIZ	TM	TM 40	Subensamblar concha y collarin a motor	3.31	1
MONTAJE TREN MOTRIZ	TM	TM 50	Subensamblar caja de velocidades	2.13	1
MONTAJE TREN MOTRIZ	TM	TM 60	Subensamblar a subensamble de motor, los subensambles de concha, collarin y caja de velocidades	4.76	1
MONTAJE TREN MOTRIZ	TM	TM 70	Subensamblar al motor bridas y puente de sujeción	1.10	1
MONTAJE TREN MOTRIZ	TM	TM 90	Subensamblar a caja de velocidades puente de sujeción	1.13	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	TM X111 y TM X112	Posicionar al lado izquierdo y derecho de la sección central del modulo 1, el subensamble de motor, clutch, concha, caja de velocidades y puentes de sujeción	1.00	1+1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	TM X113 y TM X114	Ensamblar al lado izquierdo y derecho del bastidor con soportes, el subensamble de motor, clutch, concha, caja de velocidades y puentes de sujeción	3.44	1+1

MONTAJE EJE DELANTERO	ED	ED 10 y ED 20	Subensamblar rotor, muñon de dirección y caliper izquierdo y derecho del eje delantero	9.74	1 + 1
MONTAJE EJE DELANTERO	ED	ED 30 y ED 40	Subensamblar brazo de control izquierdo y derecho de la suspensión delantera	0.84	1 + 1
MONTAJE EJE DELANTERO	ED	ED 50 y ED 60	Subensamblar horquilla izquierda y derecha de la suspensión delantera	4.73	1 + 1
MONTAJE EJE DELANTERO	ED	EDX 70 y EDX 80	Subensamblar topes de recorrido superior e inferior en el lado izquierdo y derecho del travesaño del eje delantero.	0.90	1 + 1
MONTAJE EJE DELANTERO	ED	EDX 90 y EDX 100	Subensamblar al lado izquierdo y derecho del travesaño del eje delantero, el subensamble de brazo de control izquierdo y derecho de la suspensión delantera.	0.88	1 + 1
MONTAJE EJE DELANTERO	ED	EDX 110 y EDX 120	Subensamblar al lado izquierdo y derecho del travesaño del eje delantero, el subensamble de horquilla izquierda y derecha de la suspensión delantera.	4.68	1 + 1
MONTAJE EJE DELANTERO	ED	EDX 125	Subensamblar al centro del travesaño del eje delantero la cremallera y los lados internos de los ajustadores de dirección	2.88	2
MONTAJE EJE DELANTERO	ED	EDX 130 y EDX 140	Subensamblar al lado izquierdo y derecho del travesaño del eje delantero, el subensamble de rotor, muñon de dirección y caliper izquierdo y conectar lado externo izquierdo y derecho del ajustador de dirección	4.73	1 + 1
MONTAJE EJE DELANTERO	ED	EDX 150 y EDX 160	Subensamblar al lado izquierdo y derecho del travesaño del eje delantero, el subensamble de rin - llanta con balanceo.	0.81	1 + 1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	ED X170 y ED X180	Posicionar al lado izquierdo y derecho delantero del modulo 1 el subensamble del conjunto del eje delantero	1.00	1 + 1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	ED X171 y ED X181	Ensamblar al lado izquierdo y derecho del bastidor el lado izquierdo y derecho del conjunto del eje delantero	1.89	1 + 1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	FH X10	Ensamblar flecha homocinetica con coples a tren motriz	2.23	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	FH X20	Ensamblar flecha homocinetica con coples a diferencial	2.23	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	BTB X10 y BTB X20	Ensamblar barra de torsión al lado izquierdo y derecho del bastidor y eje delantero.	1.41	1 + 1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	BCD X11	Ensamblar la barra y caja de dirección al bastidor y a la cremallera montada al bastidor operario A1	1.60	1 + 1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	BCD X12	Ensamblar la barra y caja de dirección al bastidor y a la cremallera montada al bastidor operario B1	1.60	1 + 1
MONTAJE CAJA DE PEDALES	PED	PED 10	Subensamblar pedal de CLUTCH	4.95	1
MONTAJE CAJA DE PEDALES	PED	PED 20	Subensamblar los pedales de freno y acelerador	6.35	1
MONTAJE CAJA DE PEDALES	PED	PEDX 31	Posicionar caja de pedales en el bastidor	1.50	1
MONTAJE CAJA DE PEDALES	PED	PEDX 32	Ensamblar caja de pedales a bastidor	1.50	1

MONTAJE EN BASTIDOR	MB	DUC X10	Ensamblar al lado trasero izquierdo del diferencial el ducto de freno	1.31	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	DUC X20	Ensamblar al lado trasero derecho del diferencial el ducto de freno mas "T" trasera	1.79	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	DUC X21	Fijar al lado izquierdo del bastidor grapas para sujeción de ductos	0.20	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	DUC X23	Fijar al lado derecho del bastidor grapas para sujeción de ductos mas cople central	0.55	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	DUC X31	Ensamblar al lado frontal del bastidor la seccion delantera del ducto principal de freno trasero	1.20	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	DUC X32	Ensamblar al lado trasero del bastidor la seccion trasera del ducto principal de freno trasero y la manguera trasera	1.95	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	DUC X35	Ensamblar ductos de freno y clutch a Cilindro Maestro de Freno y Cilindro Maestro de Clutch	1.36	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	DUC X37	Ensamblar parte inferior de ductos a mangueras y "T" delanteras	1.40	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	DUC X40	Ensamblar al lado frontal derecho del bastidor el ducto de freno parte frontal derecho	1.59	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	DUC X50	Ensamblar al lado frontal izquierdo del bastidor el ducto de freno parte frontal izquierdo	1.69	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	DUC X61 y DUC X62	Ensamblar al lado frontal del bastidor el ducto para clutch y Ensamblar al lado trasero del bastidor el ducto para clutch	1.04	1 + 1

MONTAJE TANQUE DE GASOLINA	TG	TG 10	Subensamblar mangueras a tanque de gasolina	0.74	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	TG X21 y TG X22	Ensamblar subensamblable de tanque de gasolina al bastidor en la parte derecha delantera y trasera.	1.62	1 + 1

MONTAJE EN BASTIDOR	MB	SFE X05	Ensamblar palanca de freno de estacionamiento a bastidor	1.30	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	SCV X05	Ensamblar caja de palanca de velocidades al bastidor	2.11	1

MONTAJE PLANTA GENERADORA	PG	PG 11 y PG 12	Subensamblar el lado izquierdo del soporte de PG al lado izquierdo y derecho de la planta generadora	5.01	1 + 1
MONTAJE PLANTA GENERADORA	PG	PG 21	Subensamblar la tarjeta electronica de control de PG a la planta generadora con soporte	2.22	1
MONTAJE PLANTA GENERADORA	PG	PG 26	Subensamblar la tarjeta electronica de relevador de PG a la planta generadora con soporte	2.22	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	PG X31 y PG X32	Ensamblar el subensamblable de planta generadora modificada y soporte al lado izquierdo y derecho del bastidor	3.61	1 + 1

MONTAJE DEFENSA DELANTERA	DD	DD 11 y DD 12	Subensamblar soporte a lado izquierdo y derecho de la defensa delantera	0.81	1 + 1
MONTAJE DEFENSA DELANTERA	DD	DD X21 y DD X22	Ensamblar al lado izquierdo y derecho del bastidor el lado izquierdo y derecho del subensamble de defensa delantera y soporte	1.36	1 + 1
MONTAJE DEFENSA TRASERA	DT	DT 11 y DT 12	Subensamblar Soporte a lado Izquierdo y derecho de la Defensa Trasera.	0.80	1 + 1
MONTAJE DEFENSA TRASERA	DT	DT 21 y DT 22	Subensamblar Calavera al lado izquierdo y derecho del subensamble de soporte a defensa trasera	0.17	1 + 1
MONTAJE DEFENSA TRASERA	DT	DT X31 y DT X32	Ensamblar al lado izquierdo y derecho del bastidor el lado izquierdo y derecho del subensamble de defensa trasera, soportes y calaveras.	1.36	1 + 1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	SFE X11 y SFE X12	Ensamblar chicote delantero de freno de estacionamiento a palanca de freno de estacionamiento y a chicote trasero de freno de estacionamiento del lado izquierdo y derecho	0.54	1 + 1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	SFE X13	Ajustar la palanca de freno de estacionamiento	1.40	1 + 1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	SFE X14	Tensar los chicotes de freno de estacionamiento con el ajustador	1.40	1 + 1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	SCV X11	Fijar parte delantera del cable selector y de control para cambio de velocidades a la caja de palanca de velocidades.	0.77	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	SCV X12	Fijar parte trasera del cable selector y de control para cambio de velocidades a lado derecho del bastidor	0.29	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	SCV X21	Conectar parte delantera de la terminal de control al dispositivo de control de la palanca de velocidades	1.35	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	SCV X22	Conectar parte trasera de la terminal de control a la caja de velocidades	1.35	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	SCV X31	Conectar parte delantera de la terminal del selector a la palanca de velocidades	1.35	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	SCV X32	Conectar parte trasera de la terminal del selector a la caja de velocidades	1.35	1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	ST X11 y ST X12	Posicionar al lado izquierdo y derecho del chasis el soporte para traslado.	1.50	1 + 1
MONTAJE EN BASTIDOR	MB	ST X21 y ST X22	Fijar al lado izquierdo y derecho del chasis el soporte para traslado.	1.52	1 + 1
MONTAJE COLUMNA Y VOLANTE DE DIRECCIÓN	CVD	CVD 10	Subensamblar volante a columna de dirección	0.70	1
MONTAJE COLUMNA Y VOLANTE DE DIRECCIÓN	MB	CVD X20	Ensamblar subensamble de volante y columna de dirección a soporte para traslado y a la caja de direccion ensamblada en el bastidor.	1.06	1

MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	BB X10 y BB X20	Colocar base y banco de baterias de 6 volts en bastidor lado izquierdo y derecho	1.59	1 + 1
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	BB X30 y BB X40	Instalar cables de conexión de baterias de 6 volts lado izquierdo y derecho	3.89	1 + 1

MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	ELE X13	Colocar cajas de control e instalar grapas de fijación de arneses en sección delantera el bastidor Operario A	1.00	1
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	ELE X14	Colocar cajas de control e instalar grapas de fijación de arneses en sección trasera del bastidor Operario B	1.00	1
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	ELE X21	Fijar a las secciones central y delantera izquierda del bastidor, los arneses de 12 volts, bus CAN y cables de energia de 96 volts y Arnes 120/220 volts	4.26	1
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	ELE X22	Fijar a las secciones central y trasera izquierda del bastidor, los arneses de 12 volts, bus CAN y Arnes 120/220 volts y conectar a las cajas de control previamente instaladas	4.26	1
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	ELE X34	Colocar y conectar Arnes de auxiliares y arnes de sensores a caja de control y a dispositivos localizados en la seccion trasera del bastidor	1.71	1
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	ELE X36	Colocar y conectar arnes de senores a caja de control y los sensores a dispositivos localizados en la seccion trasera del bastidor	1.71	1

MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	BAT	BAT X01 y BAT X02	Fijar al lado izquierdo y derecho del bastidor el cable de interconexión del Banco de Baterias de 6 volts	1.11	1 + 1
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	BAT	BAT X10	Ensamblar al bastidor la bateria de 12 volts con base y cubierta	0.67	1
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	BAT	BAT X20	Conectar terminales negativa y positiva a bateria de 12 volts	0.91	1

MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	ELE X51 y ELE X52	Ensamblar carcasa protectora superior e inferior al motor electrico	1.43	1 + 1
-----------------------------------	----	-------------------	---	------	-------

8	MY	FFC X10	Conectar equipo de llenado y purgado de frenos y clutch a cilindro maestro de frenos	1.00	1
MONTAJE EN CHASIS	MY	FFC X11	Purgar freno delantero izquierdo	1.00	1
MONTAJE EN CHASIS	MY	FFC X12	Purgar freno delantero derecho	1.00	1
MONTAJE EN CHASIS	MY	FFC X13	Purgar freno trasero izquierdo	1.00	1
MONTAJE EN CHASIS	MY	FFC X14	Purgar freno trasero derecho	1.00	1
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	FFC X15	Retirar del cilindro maestro de frenos el dispositivo de llenado y purgado de frenos y clutch	1.00	2
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	FFC X20	Conectar equipo de llenado y purgado de frenos y clutch a cilindro maestro de clutch	1.00	2
MONTAJE EN CHASIS	MY	FFC X21	Purgar clutch	1.00	1
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	FFC X22	Retirar del cilindro maestro de clutch el dispositivo de llenado y purgado de frenos y clutch	1.00	2

ABASTECIMIENTO A TANQUE DE GASOLINA	FTG	FTG Y10	Abastecer tanque de gasolina	1.00	1
MONTAJE EN CHASIS	MY	ALS Y10	Posicionar vehiculo en rampa A	2.00	2
MONTAJE EN CHASIS	MY	ALS Y20	Lectura alineacion inicial	2.50	2
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	ALS Y31	Ajustar camber de suspension delantera izquierda a especificacion.	4.00	1
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	ALS Y32	Ajustar camber de suspension delantera derecha a especificacion	4.00	1
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	ALS Y33	Ajustar convergencia de suspensión izquierda a especificacion y retirar vehiculo de la rampa A	5.00	1
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	ALS Y34	Ajustar convergencia de suspensión derecha a especificacion y retirar vehiculo de la rampa A	5.00	1
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	ALF Y10	Posicionar vehiculo para alineación de faros	1.00	2
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	ALF Y21	Alineación de Faro izquierdo	2.00	1
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	ALF Y22	Alineación de Faro derecho	2.00	1
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	PFR Y10	Prueba de rodillos	6.00	1
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	PFR Y20	Corrección incidentes menores de prueba de rodillos	1.80	1
MONTAJE EN CHASIS	SPEB	SPEB 10	Preparar Paquete de Entrega E1A	0.31	1
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	OEVB Y12	Fijar subensamble de rin - llanta con balanceo y caja con paquete de entrega E1A en soporte de traslado	1.50	1
MONTAJE EN CHASIS CON ST O CABINA	MY	OEVB Y20	Entregar Vehiculo E1A	1.67	1

Bibliografía.

<http://www.hybridcars.com/history/the-great-hybrid-car-cover-up-of-74.html>

Consultado 23/Abril/2011

<http://www.content4reprint.com/view/spanish-20478.htm>

Consultado 20/Abril/2011

<http://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/historia-del-coche-hibrido-los-pioneros>

Consultado 7/Mayo/2011

<http://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/que-es-un-coche-hibrido>

Consultado 7/Mayo/2011

“Manual de Plan de Control”; Arturo Fajardo, 04/06/2009

“Manual de APQP”; Arturo Fajardo, 04/06/2009

“Método estructurado para definir y establecer los pasos necesarios para asegurar que el producto satisface al cliente APQP”; Arturo Fajardo, 04/06/2009