

INGENIERIA FORENSE

INVESTIGACION DE SINIESTROS

Capitulo I

INVESTIGACIÓN DE SINIESTROS MEDIANTE MÉTODOS DE INGENIERÍA FORENSE CAPÍTULO I

Fuente(s) Seleccionada(s):

RENOVETEC INGENIERIA – Madrid, España
SOCIEDAD MEXICANA DE INGENIERIA FORENSE – Ciudad de México, DF
OFICINA TECNICA DE INGENIERIA FORENSE – Valencia, España
OTRAS ESPECIALIDADES QUE SE DESTACAN EN EL TEXTO

Presentación ¿qué es la ingeniería forense?

INGENIERÍA FORENSE. La Ingeniería **Forense** es la rama de la Ingeniería que se encarga de la investigación de las causas que han desencadenado un cierto evento y de las consecuencias producidas, así como las que pueden derivar algún tipo de responsabilidad civil o penal, pero que para nuestros efectos estará limitada en el presente escrito, a la investigación de las Causas Raíz que dan origen a una reclamación de Seguros.

DEFINICIONES PRELIMINARES

OBJETIVOS

La **Ingeniería Técnica Forense** o (ITF) es una ciencia que estudia determinados hechos relacionados con equipos e instalaciones asociados normalmente a un accidente, incidente o comportamiento anómalo que provoca o ha provocado una situación no deseada. La Ingeniería Técnica Forense trata de determinar la causa o causas últimas de la situación analizada, tratando de buscar la causa raíz de un evento. Igualmente, puede conllevar las medidas correctivas a adoptar para reestablecer la situación a su estado original y/o las medidas preventivas a adoptar para evitar que la situación se repita en el futuro.

INVESTIGACION DE SINIESTROS

La **investigación de siniestros** tiene como objetivo determinar la génesis y las causas que desencadenan los distintos tipos de **siniestros**, ya sean incendios, explosiones o accidentes industriales, de maquinaria y/o vehículos, forestales y domésticos.

La investigación de siniestros tiene busca determinar la génesis y las causas que desencadenan los distintos tipos de siniestros, ya sean incendios, explosiones o accidentes, principalmente técnicos en industriales, maquinaria o Ingeniería (Construcción, Montaje u Operación Mecánica desarrollada por una Oficina Técnica de Ingeniería Forense para la investigación de siniestros que parte de una minuciosa inspección de campo, es decir, en el escenario donde se desarrolla el siniestro.

El objetivo es reconstruir con el máximo detalle los hechos ocurridos para dilucidar las causas del siniestro. Para poder determinar la naturaleza de los siniestros, es necesaria la introducción del conocimiento de áreas especializadas dirigidas a la investigación de sucesos afectantes y dañinos.

Eventos ampliamente conocidos por nuestro mercado asegurador local, suman ya algunos hechos de relevancia nacional por su impacto. Entre ellos son de recordación algunos eventos tales como:

- El desplome de la Torre 6 del Condominio Space en Medellín, acaecido el 12 de Octubre de 2013.

- El colapso estructural del Puente Chirajara en la Autopista Bogotá – Villavicencio, ocurrido el 15 de Enero de 2018.
- Los daños observados a la estructura vehicular del Puente Atirantado Hisgaura, situado en San Andrés, Santander con protuberantes fisuras y deformidades que, de acuerdo con expertos, podrían haber podido causar su desplome o habría hecho necesaria su destrucción para evitar una tragedia.
- También se incluyen grandes eventos de “orden natural” (principalmente de tipo Geológico, pero consecuentes con un inadecuado manejo de ingeniería de los terrenos en el que se construyó) que han producido reclamaciones millonarias a las aseguradoras, entre las que se destaca el derrumbe en el barrio Matecaña de Pereira (Conjunto Portal de La Villa, sobre el que se ordenó su total demolición).
- Se incluyen en el rubro, además de inadecuados tratamientos de suelos, eventos basados en errores de diseño, cálculo estructural y retardos en la ejecución de obras de envergadura como el Túnel de La Línea, recién inaugurado y que tiene que cerrarse cada vez que llueve. Este y otros absurdos en nuestras carreteras ocurren porque no hemos hecho lo que el mundo resolvió hace rato: donde hay una montaña, hay un túnel; donde hay un río, hay un puente.

Como los anteriores podríamos aquí mencionar muchos más ejemplos, sin embargo resultaría pesado e inútil enumerarlos todos, pues en su gran mayoría (si no en todos, se han presentado errores técnicos, además de muy sonados casos de corrupción).

Pues bien, la Ingeniería Forense está destinada a estudiar y definir las causas de eventos como los mencionados y ello determina, por su vinculación contractual, al mercado asegurador colombiano, a partir de los reclamos presentados por los afectados.

En el ámbito internacional también ha sido posible encontrar siniestros de gran envergadura, como el recientemente ocurrido en Ciudad de México, donde un tramo de la Línea 12 del Metro, en un sector elevado colapsó, generándose un gran daño material, tanto a la estructura, como al equipo (tren), pero principalmente a la comunidad al fallecer 26 personas como consecuencia del mismo.

Cómo Opera La Ingeniería Forense

La ingeniería forense se basa en la aplicación de la crítica y el saber tecnológico apoyada en el método del porqué de las cosas y así determinar la investigación de siniestros causantes de daños y trastornos mediante la investigación visual y objetiva de los diferentes actores que intervienen y correlacionan en un hecho ya acontecido, es decir, su principal esencia es el estudio de los siniestros.

Metodología de la investigación de siniestros

La investigación de siniestros engloba, entre otras, la elaboración de mapas de temperatura, la realización de análisis metalográficos, la toma de muestras, huellas y vestigios, etc. En toda investigación debe verificarse el cumplimiento de las preceptivas normas vigentes en relación a los distintos campos de la ingeniería forense.

La metodología de la ingeniería forense pretende determinar la causa raíz del siniestro ya acontecido, definiendo una serie de pasos lógicos, objetivos y determinísticos para la obtención de cómo es que el suceso fue adoptado como un hecho caótico. Con la investigación de siniestros mediante métodos de ingeniería forense, se busca el mejor entendimiento de la actuación que tiene un hecho catastrófico ante la pérdida de bienes materiales, naturales y en el peor de los casos la afectación o muerte humana.

La **Ingeniería Civil Forense** adelanta la investigación de fallas y problemas de desempeño dentro del ambiente de la construcción, mediante la utilización de herramientas adecuadas para reducir el riesgo de fallas, así como la reconstrucción de la secuencia de sucesos que conducen a una pérdida.

La ingeniería forense también consiste en encontrar el origen o los motivos de una situación determinada, previamente analizada, hasta encontrar la forma de corregir de la manera más adecuada la circunstancia analizada, tratando de encontrar las medidas de reparación de los daños para volver a establecer la condición original y las previsiones necesarias para impedir que se repita.

La Ingeniería Técnica Forense es también una disciplina dentro de la Ingeniería del Mantenimiento, basa en diferentes técnicas científicas, determinando las causas objetivas de un evento. Aplica a tres tipos de situaciones que implican a todo tipo de equipos e instalaciones:

- Accidentes de todo tipo provocados en un momento puntual, y que han originado daños personales o materiales de diferente gravedad.
- Incidentes que han estado a punto de provocar un accidente, y que han causado daños de tipo leve. Este tipo de hechos no se estudian por la gravedad del daño producido, sino por la gravedad potencial, por las consecuencias que puede llegar a tener la repetición de un hecho similar.
- Hechos de carácter repetitivo, de consecuencias graves o no, pero que suponen un grave trastorno por el simple hecho de ser repetitivos.

La finalidad de la investigación técnica forense de un evento es esclarecer las causas últimas que han producido éste. El evento puede haber sido provocado por una única causa, aunque es habitual que varias causas hayan actuado de forma encadenada. En cualquier caso, la Ingeniería Técnica Forense debe, mediante una investigación que emplee el método adecuado, establecer estas causas sin margen de error, o cuando mucho, con un pequeño margen de error admisible.

Las conclusiones de los informes realizados aplicando técnicas de Ingeniería Forense pueden ser aplicadas en diversas circunstancias:

- En reclamaciones de daños.
- En reclamaciones por garantía.
- En la determinación de responsabilidades, judiciales y extrajudiciales.
- En la búsqueda de las causas de averías repetitivas.
- En el esclarecimiento de un suceso

El método

El método empleado en la ingeniería forense está basado en el que se emplea en el esclarecimiento de accidentes aéreos y en Análisis de Causa Raíz. Esta metodología se desarrolla en 13 pasos:

1. Recopilación de información
2. Inspección in-situ
3. Entrevistas con los usuarios y técnicos
4. Determinación de todos los daños y síntomas del fallo
5. Listado de hechos significativos relacionados con el fallo
6. Listado de todas las posibles causas de cada uno de los daños observados
7. Descarte de causas imposibles
8. Establecimiento de las hipótesis de trabajo
9. Determinación de las pruebas complementarias necesarias para confirmar o descartar hipótesis
10. Establecimiento de la secuencia del fallo
11. Establecimiento de la causa raíz del fallo
12. Determinación de las medidas correctivas
13. Determinación de las medidas preventivas

Cuando estos pasos se realizan con todo rigor, es posible determinar con exactitud la causa o grupo de causas que han provocado el evento investigado (fase 11), y a partir de ello, determinar las medidas correctivas y preventivas del fallo (fases 12 y 13).

La escogencia de la(s) empresa(s) que a nivel internacional tiene la capacidad técnica y humana suficiente como para abordar un detallada y exhaustiva investigación sobre las causas que han provocado un evento determinado. A la metodología que aplica hay que añadirle los medios técnicos de los que dispone: cámaras boroscópicas, analizadores de vibraciones, analizadores de redes, microscópios, cámaras termográficas, calibradores multifunción y unas instalaciones especialmente adaptadas para llevar a cabo determinadas pruebas y análisis.

Debe determinarse la experiencia de la escogencia, evidenciando la participación de la Empresa(s) invitadas a participar en el esclarecimiento de las causas últimas de eventos, relacionados generalmente con instalaciones industriales, y de otros tipos de instalaciones. Los informes elaborados, en lo posible, deben haber sido empleados en la resolución judicial y extrajudicial de reclamaciones, en la determinación de responsabilidades, en siniestros asegurados para determinar los costos a recibir, o incluso, en la resolución de averías de cierta complejidad que afectaban a instalaciones de diversas clases, desde fábricas de productos alimenticios a plantas industriales.

Deben demostrar, en lo posible, que se mantienen acuerdos de colaboración relacionados con la Ingeniería Técnica Forense con compañías aseguradoras, bufetes de abogados, compañías del sector eléctrico y otros servicios, y/o con determinadas instalaciones militares o similares.

CASO PRÁCTICO DE INVESTIGACION POR INGENIERIA FORENSE – PUENTE CHIRAJARA **Aspectos Geotécnicos del colapso del Puente Chirajara, en Colombia.**

¿Cuál fue el mecanismo de fallo del puente?

En el informe para determinar las causas del colapso del Puente de Chirajara, la firma Modjeski & Masters, reconocido consultor estadounidense, experto en estudios forenses de puentes atirantados, según los resultados de la investigación adelantada; han establecido que el colapso de la torre B del puente Chirajara obedeció a un error de diseño, relacionado con “una deficiencia en la capacidad del tabique y de la losa cabezal debida a una suposición incorrecta (error) de diseño respecto a la resistencia proporcionada por el tabique”.

Otros profesionales han señalado otras hipótesis que se plantearon a partir de las evidencias obtenidas por las entidades encargadas de realizar los estudios en el lugar de la catástrofe.

Se hace referencia sobre la secuencia por la cual el puente Chirajara se desplomó el día 15 de enero de 2018. Según entidades extranjeras el principal motivo del colapso fue debido a un error de diseño en la estructura de las “pilas” del puente lo cual hizo que la estructura fallara.

En el vídeo se presentan aspectos geotécnicos que no han sido estudiados en profundidad, que merecen ser explorados y que se resumen muy bien, en la presentación del Prof. Jaime Suarez Díaz, cuya idea principal gira en torno a la presencia de un coluvión de gran espesor apoyado sobre filita meteorizada.

La estructura del Chirajara fue diseñada como un **punto atirantado** a más de 280 metros de altura con una extensión de 446 metros, y estaba previsto para ser inaugurado en el mes de marzo de 2018. Por su diseño, el concesionario privado Concesionaria Vial de los Andes S.A.S. (Coviandes) ganó el Premio Nacional de Ingeniería en el año 2010.

Un **punto atirantado**, en ingeniería civil, es un puente cuyo tablero está suspendido de uno o varios pilones centrales mediante obenques. Se distingue de los puentes colgantes porque en estos los cables principales se disponen de pila a pila, sosteniendo el tablero mediante cables secundarios verticales, y porque los puentes colgantes trabajan principalmente a tracción, y los atirantados tienen partes que trabajan a tracción y otras a compresión. También hay variantes de estos puentes en que los tirantes van desde el tablero al pilar situado a un lado, y de ahí al suelo, o bien están unidos a un único pilar.



Así es la concesión Bogotá-Villavicencio

- Tiene **54.897 metros** de longitud total.
- Está integrada por **47 puentes**, de ellos 45 están terminados y 2 en ejecución.
- **18 túneles programados** en la vía ya están terminados.
- Coviandes es concesionario y de él hacen parte Epiandes, que tiene **59,3 por ciento**; la española Abertis con **40 por ciento**; Corficolombiana con **0,25**; Concecol con **0,25** y Rendifin con **0,18 por ciento**.
- Gisaico, la empresa constructora del Puente Chirajara, demostró su experiencia en la construcción de más de 7.000 metros de puentes.
- El contrato inicial de la obra arrancó el 2 de agosto de 1994 y termina en septiembre de 2023.

3,1
billones de pesos
es el valor total que se invertirá en la doble calzada.

El puente

El montaje de la superestructura de Chirajara se compone de vigas de acero, las cuales van colgadas mediante cables.

La estructura se compone de dos torres en forma de diamante, de las cuales salen de cada una 13 pares de tirantes hacia los extremos y 19 pares de tirantes hacia la luz central.

El puente tiene un ancho total de **13 metros** distribuidos en dos carriles de 3,65 metros cada uno, dos bermas de 0,50 metros y andenes de 1,35 metros a cada costado, con un metro en cada costado para la instalación de tirantes y labores de mantenimiento.



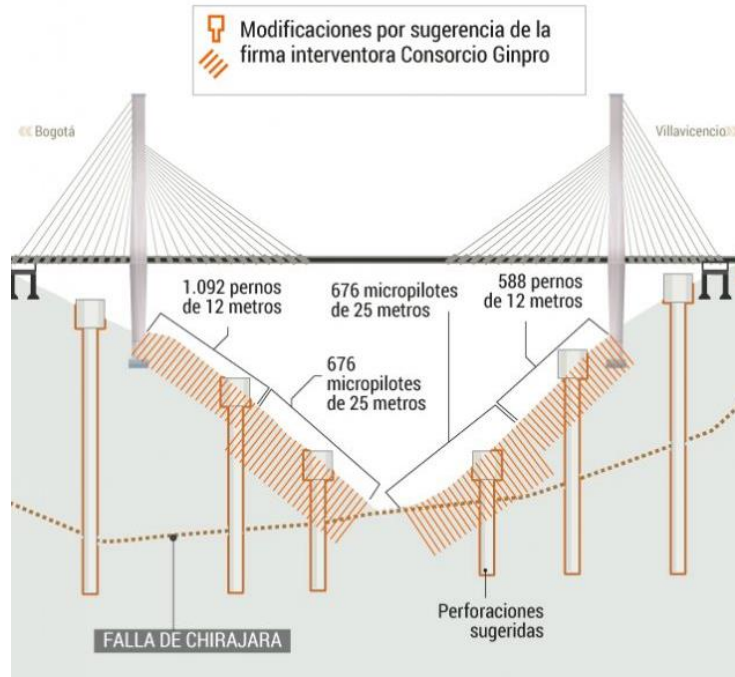
El puente Chirajara está previsto con una longitud total de 446 metros.

DISEÑO ORIGINAL

¿QUE FALLO, SEGÚN LA INVESTIGACION DEL SINIESTRO?

La estructura se cayó **por** fallas en el diseño, no **de** movimiento **de** la montaña y así lo demuestran los cinco estudios que se realizaron sobre el tema, incluido uno **de** la Fiscalía.

“Ellos concluyeron que ni la geología, ni movimientos habían producido la caída del **punto**, el tema fue **por** diseños.



LA CAÍDA DE PUENTE DE CHIRAJARA, AÚN UN ABRUPTO SILENCIO SOBRE LAS RESPONSABILIDADES

Investigaciones determinaron que la torre del puente que colapsó lo hizo por una **falla de diseño**.

El viaducto de Chirajara colapsó el **15** de enero de 2018

Pese a la magnitud por la caída de esa gran estructura, apenas se registraron **nueve muertos**.

Dos pilones de más de **150 m** de altura.

El puente atirantado tenía una longitud total de **446 metros**

Fue necesaria la **demolición del sector que quedó en pie** el 11 de julio de 2018.

La construcción del **NUEVO CHIRAJARA** empezará en **mayo de 2019**

El nuevo puente Chirajara costará **\$96.000 millones** que serán asumidos por la concesión Coviandes

En la ejecución de la obra **no se invertirán más recursos por parte del Estado**

En la nueva infraestructura se mantendrá el mismo concepto de **puente atirantado con torres en forma de Y**.

Radio Infografía: Anderson Rodríguez Montero

POSICIONES ENCONTRADAS [BOLETIN DE PRENSA DE COVIANDES - Abril 26, 2018]

La Concesionaria Vial de los Andes - Coviandes S.A.S. informa a los usuarios de la vía Bogotá - Villavicencio, autoridades locales, regionales y nacionales, a los representantes gremiales

y a la comunidad en general, que una vez culminadas las investigaciones de la empresa MODJESKI and MASTERS, los resultados de las mismas determinan que la causa del colapso de la torre B del Puente Atirantado de Chirajara, ocurrido el 15 de enero del año en curso, obedeció a un error de diseño.

Es así como en uno de los apartes del informe final manifiestan los expertos que “A partir de esta investigación se determinó que el colapso de la Pila B del Puente Chirajara fue una deficiencia en la capacidad del tabique y de la losa cabezal debida a una suposición incorrecta (error) de diseño respecto a la resistencia proporcionada por el tabique.”

Las investigaciones también lograron desvirtuar las diversas hipótesis planteadas y divulgadas prematuramente -sin sustento alguno- en diversos escenarios en cuanto a que la causa probable era la mala calidad de los materiales utilizados en la obra, y a una supuesta economía de costos. No obstante, una vez conocidos los resultados de los ensayos realizados a las muestras de concreto, acero de refuerzo y cables postensados, tomados del tabique, brazos inferiores y losa cabezal de la estructura colapsada, por un laboratorio colombiano y otro en USA, se concluyó que los materiales colocados en obra superan los parámetros mínimos exigidos para el diseño.

En cuanto a la torre C que aún permanece en pie, las investigaciones determinan que “Se observa una grieta de consideración en la unión entre el tabique y el brazo inferior norte, y agrietamiento adicional en otras regiones del tabique. Hay evidencia que los brazos superiores se han empezado a separar. Estos hallazgos son consistentes con las primeras etapas del mecanismo de colapso descrito anteriormente en la Pila B.

“La condición actual de la Pila C hace que cualquier intento de reforzamiento o rehabilitación para salvar la torre, sea problemático. La misma está al borde del colapso. Por estas razones, se recomienda la demolición de la Pila C usando métodos a base de explosivos para minimizar riesgos y pérdidas humanas”

Coviandes procederá con su demolición, una vez reciba la autorización de las aseguradoras.

En cuanto a la cimentación, los expertos la evaluaron estructural y geotécnicamente, y la encontraron aceptable para las cargas de diseño y consideraron que puede ser reutilizada para soportar un tipo de puente similar, descartando cualquier movimiento en la cimentación y concluyeron que ésta no tuvo ninguna incidencia en el colapso de la pila B.

Así mismo, Coviandes informa que ya inició desde la semana anterior los trabajos de limpieza y remoción de escombros de la pila B colapsada, dando cumplimiento a la normatividad vigente y al Plan de Contingencia que debe aplicarse para esta situación.

Coviandes está adelantando las actividades que le permitirán, a la mayor brevedad posible el inicio de las obras de construcción porque a la fecha ya invitó a reconocidos grupos internacionales a ofertar el diseño y construcción del nuevo puente de Chirajara.

Finalmente, el gerente general reiteró el compromiso de construir el nuevo puente sin generarle gastos al Estado, con las condiciones de calidad óptimas para la operación, tal como lo ha expuesto en diversas ocasiones el presidente del Grupo AVAL.


Conclusiones y recomendaciones.

Los estudios actuales en la investigación de los siniestros mediante métodos de ingeniería forense ya sea cual sea su origen (natural, tecnológico, social) definen una serie de circunstancias y actores que intervendrán para la generación de dicho suceso, sean estas circunstancias y actores variables dependiendo del lugar, la actividad y las condiciones iniciales. La constante evolución y la generación de riesgos en la pérdida de la protección del ser humano han conllevado al surgimiento de metodologías de investigación como es el caso de la ingeniería inversa, en la reconstrucción de los hechos para el entendimiento del porqué de sus razones, como evitarlos o disminuir en gran medida sus efectos. Aunque en la actualidad no se tenga aún la capacidad de determinar el momento espacio – tiempo y las magnitudes en daño que se generarán ante un siniestro. Debido a la variabilidad de estos hechos y la evolución dinámica de los mismos sistemas en la generación del caos, ya que por el momento son indeterminados, debido a la inestabilidad de su actuación. La importancia de determinar su origen y las causas de un siniestro son imprescindibles para el mejor entendimiento y el comportamiento de su dinámica, la determinación de los actores que intervienen para poder conllevar un siniestro, las circunstancias que influyen y así entender su porque. El uso de una metodología forense en la investigación de siniestros, define un avance científico/social importante, ya que como se puede observar en la investigación realizada, la comprensión del peligro y los riesgos que nos rodean, el impacto que tendrán sobre nuestra vida y el daño que estos generen, determinan un avance fundamental en aquellos estudios, los cuales pretenden manipular estos eventos no deseados o bien disminuir sus efectos, mediante el uso de técnicas de evaluación a las condiciones iniciales y las probables variaciones que pudiesen ocurrir en un determinado hecho, su frecuencia y el impacto que tendrían, es el caso, por ejemplo, del estudio de análisis probabilísticos de riesgos, más sin embargo, son solo un camino de las investigaciones previas mediante la metodología de la Ingeniería Forense. El avance en el mejor entendimiento en la evolución de los sistemas dinámicos a través del tiempo, son otro aspecto fundamental que la misma investigación de siniestros proporciona información para entender su complejidad, es el caso, de la teoría del caos, donde siendo el ser humano el único sistema que lucha contra la entropía, determina una serie de conceptos de estudio en la actualidad ante el orden de los sistemas caóticos. Otro avance, ante la investigación de siniestros mediante métodos de ingeniería forense, podemos hablar de la cuantificación de su daño, a raíz de las consecuencias generadas y la magnitud en que se presentan, son determinantes para la evaluación de su grado de afectación en pérdidas económicas, materiales y principalmente ambientales que en mayor medida determinan una afectación inherente al ser humano. El uso de una investigación mediante una ingeniería inversa, define un camino fundamental para la determinación del porqué de las cosas, la evolución y cambio en el tiempo de los sistemas y su dinámica, todo mediante la

valoración veraz y objetiva del origen, causas y consecuencias que conlleva un siniestro. La herramienta anterior presentada solo define un paso importante en la investigación de los acontecimientos en la vida del ser humano para la determinación de su daño, las consecuencias y valorización de éstas, y así obtener la supervivencia de una civilización del riesgo y satisfacer una necesidad primordial del ser humano, es decir, una eficaz protección ante la evolución del mismo y el impacto generado en su vida y el medio en el que vive. [SIC]

Recomendaciones sobre la Investigación de Siniestros como Herramienta:

- Mantener un estudio continuo de los siniestros, cual sea su estado original (natural, tecnológico, social), para la determinación de los distintos actores y circunstancias que rodean a los sistemas.
- Mantener un constante aprendizaje de los sistemas dinámicos, para desarrollar eficientes investigaciones en los diferentes escenarios, en los cuales pueda conllevar una serie de hechos no deseados.
- Hacer uso de los sistemas metodológicos propuestos, y de las herramientas necesarias en la investigación de siniestros, para la mejor interpretación veraz y objetiva de ellos.
- Fomentar el mejor desarrollo en la obtención de la protección para disminuir los daños consecuentes a un siniestro.
- Desarrollar una mentalidad a la civilización del riesgo, la cual, haga uso de la investigación para la obtención de la protección misma, así como también, un constante aprendizaje a los actores y circunstancias que acontece un siniestro.



Juan Carlos Lancheros Rueda – C.E.O.
Cert CILA, BC's Mech Eng, BC's B.A, M.I.A, P.M.S, F.M.S.