



**EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA PARA REEMPLAZAR EL CCM 2 DE LA
ESTACIÓN SUERTE EN EL CAMPO PROVINCIA, PERTENECIENTE A LA
SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES DE MARES (SOM) DE ECOPETROL
S.A**

**DELIA ZORAYA VEGA
DIETER DAVID AYALA
OSCAR MAURICIO ARDILA ROJAS**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE RECURSOS ENERGETICOS
BUCARAMANGA
2012**



**EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA PARA REEMPLAZAR EL CCM 2 DE LA
ESTACIÓN SUERTE EN EL CAMPO PROVINCIA, PERTENECIENTE A LA
SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES DE MARES (SOM) DE
ECOPETROL S.A**

**DELIA ZORAYA VEGA
DIETER DAVID AYALA
OSCAR MAURICIO ARDILA ROJAS**

**Monografía de Grado para optar al título de Especialista en Gerencia de
Recursos Energéticos**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE RECURSOS ENERGETICOS
BUCARAMANGA
2012**

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité Curricular del

Programa de Ingeniería en Energía en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Bucaramanga para optar al Título de Especialista en Gerencia de Recursos Energéticos.

JURADO CALIFICADOR 1

JURADO CALIFICADOR 2

Bucaramanga, Mayo de 2012

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
Capítulo 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CONTROL DE MOTORES	15
1.1 Generalidades	15
1.2 Características eléctricas	18
1.3 Condiciones ambientales	19
1.4 Características de construcción del CCM	20
1.4.1 Secciones verticales.	20
1.4.2 Barras (principales, derivadas y de tierras).	23
1.4.3 Alimentadores auxiliares.	24
1.4.4 Conexiones de fuerza.	25
1.4.5 Alambrado para cables de fuerza y control.	25
1.4.6 Tablillas terminales.	26
1.4.7 Instrumentos de medición.	27
1.4.8 Transformadores de control, de potencial y de corriente.	27
1.4.9 Circuito de detección de fallas.	28
1.4.10 Lámparas piloto.	29
1.4.11 Protección térmica de sobrecarga (Relevador de sobrecarga).	29
1.4.12 Interruptores en aire electromagnéticos.	29
1.5 Características de los equipos o componentes principales.	31
1.5.1 Unidades combinadas para control de motores (Arrancadores a tensión plena no reversible). (ATPNR).	31
1.5.2 Unidades combinadas para control de motores (Arrancadores) a tensión reducida tipo autotransformador transición cerrada.	32
1.5.3 Unidades con alimentador en derivación (Interruptor termomagnético derivado)	32

1.5.4 Equipo para entrada de línea o servicio.	32
1.5.5 Unidad con Variador de velocidad (modulación de ancho de pulso).	34
1.5.6 Arrancadores electrónicos de arranque suave.	38
1.5.7 Tablero de alumbrado o distribución.	40
1.5.8 Transformadores de alumbrado.	41
1.5.9 Controladores programables, relevadores de protección, u otros	41
1.5.10 Ensamblajes de equipo especial	41
1.6 Accesorios y herramientas	41
1.7 Partes de repuesto	41
1.8 Pruebas e inspección	41
1.8.1 General	41
1.8.2 Pruebas en Fábrica	42
1.8.3 Pruebas en Campo	43
1.9 Información técnica	43
1.10 Empaque y embarque	44
1.11 Garantía	45
1.12 CAPACITACIÓN	45
Capítulo 2. CONFIABILIDAD EN LOS CENTROS DE CONTROL DE MOTORES.	49
2.1 Mantenimiento centrado en confiabilidad RCM	49
2.2. Confiabilidad asociada a las fallas	50
2.3. Confiabilidad del CCM 2	50
2.4 Algunos factores asociados a las dos alternativas	55
Capítulo 3. MARCO LEGAL	56
3.1 Marco legal RETIE	56
3.2 Regulación ambiental para los CCM's	60

Capítulo 4. ANALISIS DE CRITERIOS PARA LA TOMA DE DECISION	65
4.1 Indicador VPN	65
4.2 Indicador tasa interna de retorno - TIR	65
4.3 Relación beneficio/costo	66
Capítulo 5. LA EVALUACION FINANCIERA	67
5.1. Flujo de caja del proyecto	67
5.1.1 Flujo de Caja del caso base.	68
5.1.2. Flujo de Caja del caso con CCM2	71
5.1.3. Flujo de Caja del caso con reemplazo de equipos particulares.	72
5.1.4 Análisis y comparaciones Flujos de Caja, para escogencia de la mejor alternativa.	74
5.1.5 Estudio Sensibilidad	73
5.1.6 Flujo de caja diferencial o incremental	77
Capítulo 6. CONCLUSIONES	78
BIBLIOGRAFIA	78
ANEXOS	79

LISTADO DE FIGURAS

	Pág.
<u>Figura 1. Partes principales de un CCM</u>	17
<u>Figura 2. Grado de protección1 IEC 60529</u>	46
<u>Figura 3. Grado de protección 2 IEC 60529</u>	47
Figura 4. Sensibilidades	75

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
<u>Tabla 1 Jerarquización Factores Universales.</u>	50
<u>Tabla 2 Subfactores de mediciones y pruebas de funcionamiento.</u>	52
<u>Tabla 3. Subfactores de apariencia física.</u>	52
<u>Tabla 4. Subfactores de edad.</u>	52
<u>Tabla 5. Subfactores de medio ambiente.</u>	53
<u>Tabla 6 Subfactores de carga de trabajo.</u>	53
<u>Tabla 7 Resultados de las condiciones encontradas.</u>	54
<u>Tabla 8 Comparación de confiabilidad entre transformadores</u>	54
<u>Tabla 9 Factores asociados a las dos alternativas (CCM nuevo vs CCM reparado)</u>	55
<u>Tabla 10 Pérdidas por Disponibilidad y Confiabilidad</u>	69
<u>Tabla 11 Costos ambientales</u>	70
<u>Tabla 12 Flujo de Caja</u>	71

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<u>ANEXO 1 Hoja de Datos de CCM en 480V y 220 V.</u>	80
<u>ANEXO 2. Flujo de caja para caso base.</u>	86
<u>ANEXO 3 Flujo de caja para caso con cambio de CCM2 nuevo.</u>	87
<u>ANEXO 4 Flujo de caja para caso con reemplazo parcial de equipos.</u>	88
<u>ANEXO 5 Presupuesto de obra – Ingeniería de detalle para nuevo CCM2.</u>	89
<u>ANEXO 6. Cotización reemplazo equipos</u>	104

GLOSARIO DE TERMINOS

Dentro del mantenimiento y operatividad de sistemas eléctricos se busca crear las condiciones técnicas apropiadas para que el sistema eléctrico funcione correctamente, brindando seguridad a las personas y equipos, y ofreciendo ahorros económicos notables. Es necesario, considerar conceptos básicos del campo en estudio, tales conceptos son tomados del Código Eléctrico Colombiano NTC 2050 y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE.

Acometida: Derivación de la red local del servicio público domiciliario de energía eléctrica, que llega hasta el registro de corte del inmueble.

Instalación eléctrica: Conjunto de aparatos eléctricos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Interruptor automático: Dispositivo diseñado para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobre corriente predeterminada.

Tablero de distribución: Conjunto de equipos de protección, barrajes y cableado que recibe las acometidas parciales y del cual se derivan los circuitos ramales.

Centro de Control de Motores (CCM): Está formado por módulos o cajones llamados cubículos. En éstos se ubican las maniobras de cada motor en un cubículo extraíble, cada uno lleva instalado un disyuntor, el térmico, los contactores y relés. Pueden ser maniobrados desde una botonera a pie de máquina o remotamente.

Periodo de vida útil: Es un periodo en el que se producen fallos de carácter aleatorio. Es el periodo de mayor duración, en el que se suelen estudiar los sistemas, ya que se supone que se reemplazan antes de que alcancen el periodo de envejecimiento

Curva de la bañera: Es una gráfica que representa los fallos durante el periodo de vida útil de un sistema o máquina. Se llama así porque tiene la forma de una bañera cortada a lo largo donde se aprecian los fallos iniciales, fallos normales, y fallos de desgaste.

Ciclo de vida de un equipo: Es aquel ciclo que recorre todo equipo desde su comercialización hasta su anulación definitiva. Este ciclo cubre cuatro etapas así: El principio de comercialización, la interrupción de la Comercialización, la perención y la anulación definitiva.

Estudio de sensibilidad: Los estudios de sensibilidad permiten analizar los proyectos en diferentes escenarios dependiendo del comportamiento de sus variables relevantes

Matriz de evaluación de riesgos: Es una herramienta para la evaluación cualitativa de los riesgos y facilita la clasificación de las amenazas a la salud, seguridad, medio ambiente, relación con clientes, bienes e imagen de la Empresa. Los ejes de la matriz según la definición de riesgo corresponden a las consecuencias y a la probabilidad.

Tableros de potencia: Los tableros, también llamados cuadros, gabinetes, paneles, consolas o armarios eléctricos de baja y media tensión, cumplen funciones de distribución, protección o de control de potencia eléctrica.

RESUMEN

Los centros de control de motores es una tecnología que desde hace ya mucho tiempo ha obedecido a una necesidad en las instalaciones eléctricas en baja tensión de concentrar en un solo lugar los controles y potencia de un sistema de motores para su operación.

Estos sistemas interna y externamente han venido cambiando su tecnología a través de los años, de tal forma que para evaluar uno u otro ccm no solo se tiene en cuenta la tecnología en función de la operación sino también el grado de protección y seguridad para el mismo operador.

Por tal motivo, se realizó un análisis técnico-económico en busca de evidenciar la factibilidad de realizar un cambio tecnológico por medio de su afectación a ciertas variables que vistas desde otro punto de vista representan una posibilidad de ahorro en dinero. Así mismo se pretende realizar una comparación de rentabilidad entre un cambio tecnológico parcial y uno total, para en últimas, llegar a una conclusión técnica, económica y altamente segura en función de las políticas de Ecopetrol para ser una empresa de talla mundial.

SUMMARY

The motor control centers is a technology that for a long time has been due to a need in the low-voltage electrical installations to concentrate in one place the controls and power of an engine system to operate. These internal and external systems have been changing its technology through the years, so that to evaluate either ccm not only takes into account the role of technology in the operation but also the degree of protection and security for the same operator.

Therefore, it is intended to technical and economic analysis seeking to demonstrate the feasibility of technological change through their involvement with certain variables that seen from another point of view represent a possibility of saving money. It also aims to make a comparison of profitability between technological change and a partial total, to ultimately reach a conclusion technical, economical and highly secure in terms of the policies of a company Ecopetrol to be worldclass.

INTRODUCCIÓN

El Campo de Producción Provincia es un campo de la Superintendencia de Operaciones De Mares (SOM), que fue revertido por Ecopetrol a la ESSO en el año 1992. Dicho campo se encuentra en operación desde hace más de 20 años y este mismo tiempo han venido operando equipos eléctricos. Dentro de éstos equipos se encuentra el CCM 2 de la Estación Suerte, el cual además de ya haber cumplido su vida útil, sus costos de mantenimiento se han incrementado y no cumple con ninguna normativa para instalaciones eléctricas técnicas ni de seguridad industrial.

El reemplazo del CCM 2 aparece como una necesidad en la operación, debido al aumento desahogado en mantenimientos correctivos y el aumento en el riesgo por electrocución o arco eléctrico al que se encuentran expuestas las personas que operan dicho CCM. Adicional a esto se encuentra un factor de riesgo ambiental, pues algunas de las cargas asociadas al CCM aseguran niveles de aguas aceitosas en ciertas áreas y al no funcionar por algún motivo, se produciría un incidente ambiental lo cual repercutiría monetariamente a la empresa.

La necesidad del cambio del CCM se encuentra alineada con las metas propuestas por las directivas de Ecopetrol en busca de los 1300 bls limpios al 2020 (libres de incidentes), y teniendo en cuenta la visión de Ecopetrol para el 2014 en ser una Empresa de talla mundial, éste cambio aportaría a los índices de confiabilidad y costos/mantenimiento del campo contribuyendo así a las metas trazadas.

La evaluación técnico-económica busca garantizar según las variables relacionadas, la mejor escogencia entre las alternativas para el reemplazo del CCM, transformando aún aquellos factores intangibles en posible ahorro de dinero para la Empresa y comparando todos éstos factores por medio de la TIR y el VPN donde se encuentran intrínsecamente incluidos.

Capítulo 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CONTROL DE MOTORES

1.1 Generalidades

Estos nuevos integradores funcionales fueron creados con el ideal de desarrollar y atender los diferentes segmentos del mercado, satisfaciendo los requisitos de calidad y desempeño que pueden ser comparados con las diversas agrupaciones que se disponen para un mismo fin común, fusionar en su totalidad y con un solo montaje, instalación, mantenimiento, y futuras ampliaciones e intercambio entre dispositivos del mismo modelo de CCM a diversos elementos que cumplen una tarea en particular, responder a la gran tendencia en las instalaciones eléctricas a localizar los controles de motores en áreas remotas y concentrarlas en un solo gabinete de fácil funcionalidad.

Estos equipos son visualizados como pieza de fusión entre los equipos de generación y los finales consumidores, en este caso los motores, equipos de climatización, etc.

Dando a su vez una gran ventaja al integrar en un mismo gabinete los sistemas arrancadores de motores de distintas áreas de una planta así como el mismo sistema de distribución, al utilizar este equipamiento se disminuyen los costos, ya que las líneas de alimentación llegarán a un mismo punto común (el CCM) y desde este saldrá el cableado de potencia y control hacia las cargas finales.

Un CCM es un tablero en el cual se alojan, en compartimentos individuales, los equipos necesarios para la óptima operación de arranque y protección de los motores eléctricos en nuestras instalaciones.¹

- a. El Centro de Control de Motores (en adelante CCM) debe cumplir con lo requerido en esta especificación, las hojas de datos de esta especificación (Anexo 1), los requerimientos particulares indicados en las bases de licitación del proyecto, con las normas NEMA PB-2, ICS-1, ICS-2, ICS-18 ó equivalentes y NMX-J-353-ANCE. Todos los equipos y materiales utilizados deben ser nuevos, libres de defecto y adecuados para el servicio.²
- b. Deben cumplirse en la construcción del CCM, los requisitos de seguridad que para estos equipos establece la NFPA 70E, como son por ejemplo, etiquetado, barreras, cubiertas, terminales seguras, colores de identificación, seguros y candados, puertas con conexión a tierra, puertas con seguros resistentes a alta presión.
- c. El CCM consiste de una o más secciones metálicas verticales de frente muerto, autosoportadas, de manera que puedan ensamblarse una junto a la

¹ Centro de Control de Motores de Baja tensión WEG

² Catálogo PEMEX especificaciones técnicas de los CCM's de motores en 480 y 220 V

otra formando una estructura rígida, y puede contener cualquier combinación de equipos o componentes principales, pero no limitados a los siguientes:

Unidades combinadas para control de motores a tensión plena reversible o no reversible.

Unidades combinadas para control de motores a tensión plena de varias velocidades
Unidades combinadas para control de motores a tensión reducida tipo autotransformador.

Variadores de velocidad de frecuencia variable.

Arrancadores electrónicos de arranque suave. Tableros de alumbrado o distribución.

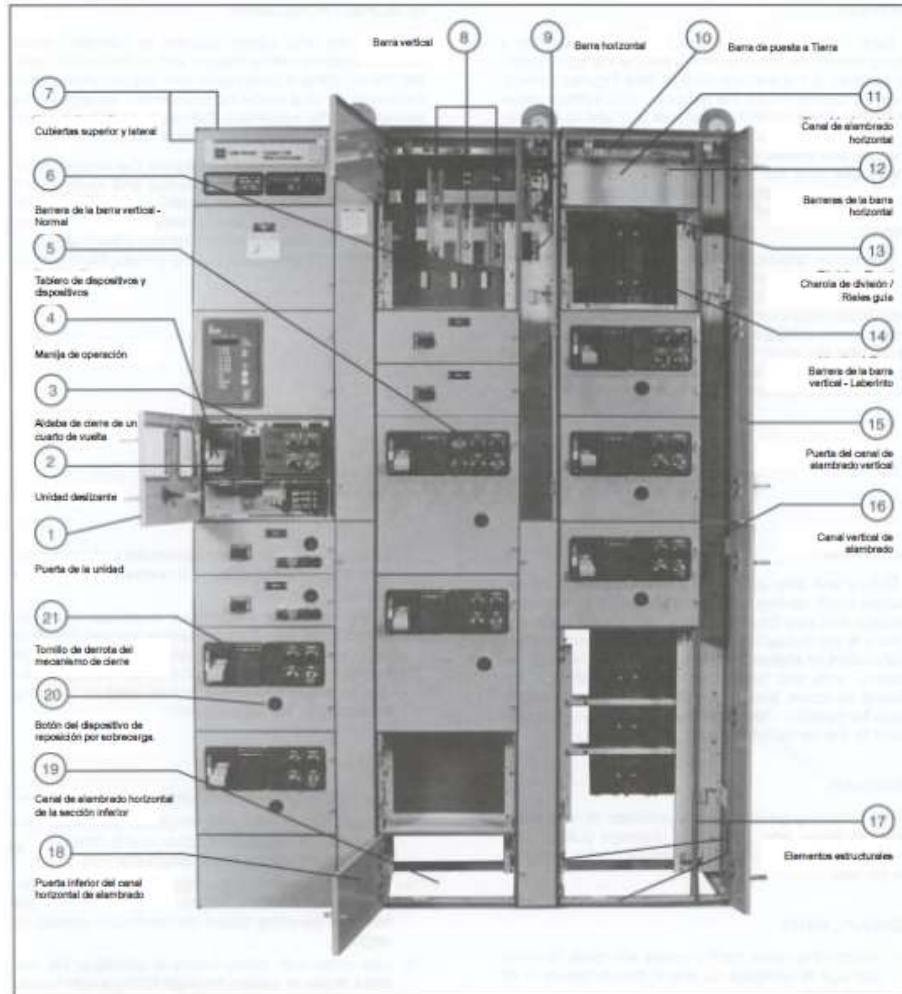
Unidades con alimentador en derivación (interruptor termomagnético).

Equipo para entrada de línea o servicio, como zapatas principales o interruptor electromagnético

Transformadores de alumbrado.

Controladores programables, relevadores de protección, u otros. Ensamblajes de equipo especial.

Figura 1. Partes principales de un CCM



Todos los equipos anteriores contienen o pueden contener elementos o dispositivos auxiliares asociados como botones, interruptores selectores, lámparas indicadores, transformadores de control, fusibles de control, contactos auxiliares, relevadores de protección, incorporados como parte integral de las unidades anteriores.

Cada unidad se monta en un compartimiento metálico individual aislado que cuenta con su propia cubierta, todas las unidades son montadas al frente del tablero.

d. Las unidades combinadas tamaño NEMA 1 (Este tamaño es el mínimo a utilizar) deben tener como mínimo de 30 cm (12”) de altura por cubículo, Se aceptan como máximo 6 unidades combinadas máximo por sección.

e. Para unidades de alimentación en derivación (interruptores termomagnéticos) se debe suministrar un interruptor termomagnético marco 100 A en cubículo de

15 cm (6") de altura en vez de dos interruptores en un cubículo de 30 cm (12") de altura, o sea 12 interruptores termomagnéticos máximo por sección.

- f. El CCM para 480 volts debe estar construido para soportar los esfuerzos generados por una corriente de 25 000 A de Cortocircuito valor raíz cuadrática media (RMS), No se acepta modificación al respecto en la etapa de proyecto. No se aceptan limitadores de corriente.
- g. Las unidades combinadas deben ser enchufables hasta tamaño Nema 4, y las unidades con alimentador en derivación deben ser enchufables hasta marco 250 A, unidades mayores deben ser montaje fijo.
- h. Se deben requerir como disponibles un arrancador por cada Bus del CCM del tamaño mayor de los requeridos en la hoja de datos (Uno por Bus). Al menos el 10% del total de las unidades combinadas y de interruptores derivados deben ser disponibles sobre la base del número total de las unidades de tamaño promedio. También se deben suministrar el 20% de espacios para unidades futuras.

El arreglo físico del CCM se determinara aprovechando de forma eficiente los espacios, con la cantidad de unidades y equipos mostrados en el Diagrama Unifilar y/o en la "Descripción del equipo del CCM", de la Hoja de Datos (Anexo 1), junto con los requerimientos de unidades disponibles y espacios para unidades futuras de este inciso.

- i. Para CCM con doble bus e interruptor de enlace, cada motor de relevo debe estar conectado a un bus diferente de donde está conectado el motor normal.
- j. Los interruptores termomagnéticos podrán tener protección de falla a tierra cuando así se soliciten en la hoja de datos "Anexo1.

1.2 Características eléctricas

Las características eléctricas del CCM deben definirse de entre las siguientes:

Datos	Característica a determinar
Tipo de alimentación al CCM	Un interruptor de acometida.
Datos del Sistema	Dos interruptores de acometida y uno de enlace.
Tensión de diseño	3 Fases 3 Hilos
Tensión de operación:	3 Fases 4 Hilos
Tipo de interruptor principal: Clase	600 Volts
de CCM y Alambrado	480 Volts
Gabinete o envolvente	220 Volts
Llegada y salida de cables	Electromagnético
Corriente nominal de alimentación	Clase I Tipo B
y amperes de Barras horizontales	Nema 1 Servicio interior, (con empaque de neopreno de poro cerrado en puertas para restringir la entrada de polvo)
Barras verticales	Nema 3R Servicio intemperie sin pasillo interno
Cortocircuito de la estructura e	Inferior (Normal) Superior
interruptores termomagnéticos,	600, 800, 1200, 1600, 2000, 2500 A
electromagnéticos o cortocircuito	300 A mínimo
más bajo de cualquier unidad	Para CCM en 480 Volts:
combinada o alimentadora en	25 000 A
derivación	Para CCM en 220 Volts 22000 A

Se debe llenar la “Hoja de Datos” correspondiente para cada CCM, en el formato del Anexo 1 de esta especificación.

1.3 Condiciones ambientales

- a. El CCM debe operar satisfactoriamente sin detrimento de ninguna de sus características y prestaciones, en las condiciones ambientales, existentes en el sitio del proyecto, indicadas la Hoja de Datos (Anexo 1).³
- b. Por estándar de PEMEX, el CCM se debe suministrar en todos los casos, para operación en ambientes corrosivos, clima tropical húmedo, ambiente marino con depósitos de sal, humos que atacan al cobre (amonio, sulfuro), ambiente corrosivo por SOx, NOx y H2S.

³ Catálogo PEMEX especificaciones técnicas de los CCM’s de motores en 480 y 220 V

- c. El CCM y sus componentes, no deben rebasar el nivel de ruido de 60 dbA máximo a 1 metro.

1.4 Características de construcción del CCM

1.4.1 Secciones verticales. El CCM debe fabricarse en secciones verticales de frente muerto, autosoportadas, de un solo frente, con compartimientos individuales del tipo enchufar, con palancas de operación y botón de restablecer al frente, ensambladas en fábrica, construcción modular para que puedan ensamblarse una junto a la otra formando una estructura rígida, que puedan extenderse en sus extremos libres sin transición ni dificultades para acoplarse a otras secciones del mismo fabricante con iguales características de operación (tensión y capacidad de conducción de corriente).

La altura del CCM debe ser de 2 286 mm (90 pulg.) nominal, sin incluir los canales de anclaje, la altura de éstos no debe ser mayor que 38 mm (1.5 pulg.). El frente (ancho) y el fondo total de una sección estándar debe ser de 508 mm (20 pulg.) X 508 mm (20 pulg.). Para las secciones con interruptores electromagnéticos principales y derivados se acepta sean de dimensiones mayores a las normales de otras dimensiones, con respecto a las secciones estándar que contienen arrancadores e interruptores termo magnéticos, El acoplamiento entre estas secciones y las de tamaño estándar se pueden realizar con secciones de transición

La estructura del CCM, todo el equipo y accesorios expuestos a los esfuerzos y efectos de un cortocircuito, deben soportar la corriente de cortocircuito indicada en la hoja de datos.

Cada sección estándar debe de tener todos los accesorios y conectores necesarios para formar unidades enchufables del tipo modular con el objeto de que puedan ser desconectadas y conectadas en cualquier espacio libre del CCM. Todos los espacios no utilizados deberán ser cubiertos por tapas y preparados para aceptar unidades futuras.

Cada silleta de la unidad enchufable estará provista de guías que soporten el peso de la unidad en el momento de la instalación o remoción de la misma y debe asegurar una conexión firme y un alineamiento perfecto para evitar falsos contactos y así puntos calientes

El material de la estructura de las secciones debe ser de lámina de acero rolada en frío, espesor mínimo de 2,76 mm (calibre 12 USG), el material de las tapas, cubiertas, divisiones o puertas debe ser de lámina de acero rolada, espesor mínimo de 1,98 mm (calibre 14 USG), canal de anclaje espesor mínimo de 3.58 mm (calibre 10 USG), ángulo de levantamiento 4.77 mm (calibre 7 USG),

Las bases de las secciones deben llevar en su parte inferior un canal de anclaje (por sección de embarque) que las una a todo lo largo del tablero en la parte frontal y posterior y tener barrenos para que puedan asegurarse al piso por medio de pernos de anclaje. Para mayor rigidez al grupo de embarque se debe suministrar un ángulo de levantamiento (no se acepta ojillos de izaje).

- **Entrada de cables:** La entrada al CCM de los cables de fuerza y control, a menos que se indique otro requerimiento en la hoja de datos (Anexo 1), será por la parte inferior, El CCM debe tener piso de lámina y los cables deben poder introducirse sin que se dañen. El CCM debe tener ductos de alambrado vertical y horizontal de fácil acceso a cada cubículo, desde el frente, aislados de cualquier parte energizada.
- **Calentadores de espacio del CCM:** Cada sección vertical, debe tener en la parte inferior un calentador de espacio y cada grupo de máximo tres secciones verticales será controlado por termostato, para que se mantenga una temperatura arriba de la del punto de rocío. Los calentadores de espacio deben operar a 220 VCA. Se conectarán a través de un interruptor termomagnético de capacidad adecuada para protección del circuito y deberán incluir una guarda de protección para evitar el contacto accidental del personal.
- **Puertas:** Cada cubículo conteniendo equipo, debe tener una puerta frontal embisagrada con bloqueos mecánicos que eviten su apertura cuando los medios de desconexión estén energizados, pero con opción para que personal especializado pueda abrirla con seguridad cuando el interruptor esté cerrado. La puerta frontal embisagrada debe tener una conexión firme a tierra y permitir la instalación de tres candados de fabricación comercial para evitar la energización del equipo en periodo de mantenimiento. Debe suministrarse un bloqueo mecánico que impida al operador poner al dispositivo de desconexión en la posición de conectado cuando la puerta de la unidad removible esté abierta. Siendo posible para personal autorizado desactivar este bloqueo. Debe suministrarse un bloqueo que no podrá ser desactivado, entre la palanca del mecanismo del interruptor y las palancas de inserción de la unidad, para permitir la inserción o el retiro de la misma únicamente cuando la posición del interruptor esté en la posición desconectado.
- **Barreras:** Todas las barras de fuerza y las conexiones de uniones se deben aislar de los compartimientos de las unidades y de los ductos para cables

En las alimentaciones al CCM se deben colocar barreras que aíslen las barras de servicio y sus terminales de los demás elementos del CCM. Las barras principales y conductores deben cumplir con la sección 430.97 DE LA NOM-001-SEDE.

Los cubículos deben estar completamente aislados de las barras principales y derivadas por medio de barreras de acero, para minimizar la transferencia de

gases ionizados y para contener las fallas de los equipos solo a la parte bajo falla, evitando que se extienda a los compartimentos contiguos.

Cada unidad se debe suministrar con un obturador que funcione de manera automática fijado a la estructura, para que se cierren las aberturas y queden ocultas las barras cuando se extraiga la unidad removible del CCM, y que al insertar la unidad, permitan el paso del ensamble de los conectores para hacer contacto con los buses.

En la estructura vertical y en el diseño de las unidades se debe proporcionar barreras de material aislante para evitar el contacto con cualquier barra energizada.

- **Acabado del gabinete:** Todas las partes de acero, excepto las galvanizadas deben recibir un tratamiento anticorrosivo de acuerdo a lo siguiente:
 - ✓ Limpieza a metal blanco.
 - ✓ Dos capas de primario epóxico poliamida de dos componentes (RP-6 modificado) de 100-150 micras de espesor cada capa.
 - ✓ Una capa de acabado poliuretano acrílico alifático de dos componentes (RA-28 modificado) de 75-100 micras de espesor.
 - ✓ Las pruebas de resistencia al rocío de sal se efectuarán de acuerdo con ASTM B-117 ó equivalente, con tiempo de exposición de 1500 horas como mínimo en cámara de niebla salina.
 - ✓ El tablero debe llevar un tratamiento tropicalizado.
- **Identificaciones:** El CCM debe tener una identificación general con una placa de acero inoxidable grabada, localizada en lugar visible, fijada de manera permanente (no adhesivos,) con al menos los datos principales siguientes:

Fabricante. Tipo de equipo Número de serie Orden de taller Voltaje nominal
Corriente nominal.

Corriente de cortocircuito. Año de fabricación. Servicio clase NEMA

Para cada cubículo en la parte exterior de las unidades se debe proporcionar una placas de datos con la clave del motor de acuerdo al proceso, la clave será suministrada por la entidad que va a utilizar dicho CCM, de tamaño de la letra mínimo de 9.12 mm (7/16”), en la parte interior los componentes también deben ser identificados con su clave con un tamaño de la letra mínimo de 3.2 mm (1/8”),

La placa de datos de cada cubículo será de material fenólico con letras grabadas, blancas en fondo negro o gris. La dimensión total exterior de la placa debe ser mínimo de 38 mm (1.5 pulgadas) de alto, por 159 mm (6.25 pulgadas) de ancho.⁴

⁴ Catálogo PEMEX especificaciones técnicas de los CCM's de motores en 480 y 220 V

1.4.2 Barras (principales, derivadas y de tierras). Deben ser de cobre electrolítico de alta conductividad con aristas redondeadas y dimensiones adecuadas para llevar continuamente la corriente nominal sin exceder una elevación de temperatura máxima de 65 °C sobre (40°C) de ambiente. La densidad de corriente debe ser de 1.24 A/mm² (800^a/pulg²).

Deben ser plateadas a todo lo largo o solamente en las uniones y derivaciones de acuerdo al método de fabricación y ser recubiertas con barniz aislante transparente tipo "F". Deben ser adecuadas para soportar los esfuerzos térmicos y magnéticos resultantes de la corriente máxima de cortocircuito indicada en la hoja de datos (Anexo 1).

Las barras principales y de tierras deben ser de una pieza continua a lo largo de cada grupo de embarque

Todas las conexiones en las barras deben ser fijadas con tornillos de acero inoxidable, de cabeza hexagonal y rondanas planas y de presión.

Barras principales y derivadas

Las barras principales deben ser horizontales a todo lo largo y en la parte superior o intermedia del CCM, sin reducciones en su sección transversal., deben tener un rango continuo de 600 A mínimo a 2500 A máximos. La capacidad de la barra neutra (Para sistemas de 3 fases 4 hilos) debe ser de la misma sección transversal de las barras principales

Las barras derivadas deben ser verticales y deben extenderse a cada una de las unidades o cubículos de cada sección, deben ser del mismo material y recubrimiento que el de las barras principales y su capacidad debe ser mínimo de 300 A continuos, deben conectarse directamente a las barras horizontales sin interconexiones entre las mismas. Deberá ser posible apretar los tornillos de las barras verticales y horizontales con una sola herramienta. Las conexiones de las barras deben hacerse cuando menos con dos tornillos.

Las barras y las conexiones de acoplamiento deben estar aisladas de los compartimentos de las unidades y de los ductos de alambrados. Las barras horizontales deben ser montadas en soportes de porcelana resina epóxica o fibra de vidrio poliéster, que debe soportar a las barras contra los esfuerzos generados durante una falla de cortocircuito. Las barras horizontales deben estar aisladas del ducto horizontal superior por barreras metálicas conectadas a tierra. Estas barreras deben ser removidas para permitir el acceso a las barras y las conexiones, para efecto de mantenimiento.

Las barras verticales deben ser montadas en soportes de porcelana resina epóxica o fibra de vidrio poliéster, para mantener aislado al operario en funciones de mantenimiento y para soportar a las barras contra los esfuerzos generados

durante una falla de cortocircuito, este envolvente no debe permitir que se dispersen materiales que puedan dañar compartimentos adyacentes y en los dispositivos de control para prevenir el contacto de barras energizadas o cualquier terminal de fuerza.

El arreglo de fases de las barras principales y los conductores primarios debe ser 1, 2 y 3 desde el frente hacia atrás, de arriba hacia abajo ò izquierda a derecha viendo desde el frente de operación del CCM.

En la soportería como en los componentes del equipo no se aceptan materiales higroscópicos, en caso de usar micarta o materiales equivalentes, los espesores serán adecuados para la clase de aislamiento que se trate y los cortes o barrenos deben recibir un tratamiento que impida la penetración de humedad.

Barras de tierras.

Se debe proveer un colector de tierra en la parte inferior y a lo largo del tablero (Para CCM con doble acometida debe suministrarse una barra de puesta a tierra por cada acometida), de cobre, la capacidad de las barras de tierras deben ser al menos del 33% de la barra principal, y no menor a 300 A con una densidad de 1.24 A/mm^2 (800 A/pulg^2). En ambos extremos de las barras se deben proporcionar conectores del tipo mecánico adecuados para conductor de tierra hasta calibre 4/0 AWG.

Se debe suministrar una barra de puesta a tierra a todo lo alto de cada sección vertical, de cobre, no menor a 200 A con una densidad de 1.24 A/mm^2 (800 A/pulg^2), esta barra debe ser instalada para todos los compartimentos y secciones, de tal manera que las unidades arrancadoras mediante un clip se conecten a la misma antes de que los clips de fuerza se conecten a las barras de alimentación vertical y debe de desconectarse solamente después de que los clips de fuerza se desconecten a través de la extracción de la unidad.

1.4.3 Alimentadores auxiliares.

Energía para resistencias calentadoras de espacio para secciones del CCM.

Se debe proporcionar un alimentador auxiliar, aislado de las barras principales y derivadas, alojado en ducto a lo largo del CCM, en 3 fases, 3 hilos, 220 VCA, la carga debe estar lo más balanceada posible, debe contar con un desconectador principal de capacidad adecuada y alambrarse a tablillas en su alimentación de la fuente externa proporcionada por el consumidor final y a las resistencias de cada sección y termostato. Debe proveerse las tablillas y lo necesario para alambrado a secciones futuras del CCM. Para CCM en 220 V, la energía de las resistencias calefactores se debe tomar del propio CCM.

Energía para resistencias calentadoras de espacio para motores (Motores de 55.95 kW (75 CP) y mayores).

Se debe proporcionar un alimentador auxiliar, aislado de las barras principales y derivadas, alojado en ducto a lo largo del CCM, en 3 fases, 4 hilos 220/127 VCA, la carga debe estar lo más balanceada posible, debe contar con un desconectador principal de capacidad adecuada y alambrarse a tablillas en su alimentación de la fuente externa proporcionada por el consumidor final y a un contacto normalmente cerrado del contactor de los motores de 75 CP y mayores. Debe proveerse las tablillas y lo necesario para alambrado a secciones futuras del CCM. Para CCM en 220 V, la energía de las resistencias calefactores se debe tomar del propio CCM.

Energía para relevadores.

La energía para los relevadores de las secciones principales debe ser en corriente alterna y tomarse del propio CCM.⁵

1.4.4 Conexiones de fuerza. Las conexiones de fuerza de las unidades combinadas de control de motores a las barras, debe ser del tipo enchufar del tamaño 1 al 4, deben ser diseñadas para que desenergizen la unidad cuando esta sea extraída. Para tamaño 5 y mayores deben ser del tipo fijo.

Las conexiones de fuerza de las unidades de alimentación en derivación a las barras, debe ser del tipo enchufar hasta marco 250 A, diseñadas para desenergizar la unidad cuando esta sea extraída, unidades mayores deben ser montaje fijo.

Las unidades combinadas deben tener acceso a todos sus componentes y alambrado desde la parte frontal, las unidades del mismo tamaño deben ser intercambiables.

El fabricante debe suministrar zapatas mecánicas o conectores de compresión, para los alimentadores de fuerza y para el cableado de fuerza de las unidades, con calibre o tamaño de acuerdo a la ingeniería de detalle.

1.4.5 Alambrado para cables de fuerza y control. El alambrado para el CCM será Clase I Tipo B, que consiste en unidades independientes en donde el usuario se conecta hasta las terminales de carga localizadas inmediatamente adyacentes y fácilmente accesibles al ducto de alambrado vertical en unidades combinadas tamaño 3 y menores, y para unidades mayores a tamaño 3 se conecta directamente a las terminales del dispositivo. Lo anterior a menos que se indique otro requerimiento en Hoja de Datos (Anexo 1).

⁵ Catálogo PEMEX especificaciones técnicas de los CCM's de motores en 480 y 220 V

Todo el cable instalado por el fabricante dentro del CCM debe ser de cobre, para 600 Volts, 90°C, con aislamiento de baja emisión de humos y retardador de la flama. El cableado debe ir en forma conjunta agrupada y debidamente soportado. Para el alambrado de fuerza dentro del tablero, el tamaño mínimo de los cables debe ser calibre 12AWG para fuerza, 14 AWG para control y 10 AWG para los cables del secundario de los transformadores de control a tablillas. El alambrado para elementos ubicados en las puertas abatibles y los que estén sujetos a movimientos deben tener longitud suficiente para permitir la apertura total de la puerta, ser flexibles, estar agrupados y sujetos, adecuadamente para este servicio específico.

El espacio para el cableado debe cumplir con lo indicado en NOM-001-SEDE, artículo 373.

Todos los conductores que van a tablillas terminales deben rematar con zapatas aisladas tipo ojillo. Todo el alambrado de control debe ser sin empalmes del origen al destino, debidamente marcado e identificado de forma indeleble (no se aceptan etiquetas adheribles) de acuerdo a los diagramas elementales y de interconexión, los contactos disponibles o no empleados deben ser alambrados a tablillas terminales.

1.4.6 Tablillas terminales. El cableado de fuerza y control de cada compartimiento debe estar terminado sobre tablillas terminales, como se define en NOM-001-SEDE para cableado Clase 1 Tipo B. Las tablillas de Fuerza y control deben ser para tensión de 600 Volts,

Todas las tablillas deben ser accesibles en la parte interior cuando la puerta de la unidad esté abierta, deben tener identificación indeleble. No se permite la conexión de dos o más conductores a un mismo punto terminal. Se debe dejar al menos 20% de tablillas terminales como reserva para cableado futuro. No se permiten tablillas terminales montadas dentro o adyacentes a los ductos de alambrado.

Las tablillas de fuerza deben ser mínimo para 30 A nominal y recibir de la parte externa, cable tamaño 10 AWG mínimo. Para unidades con interruptor de protección mayor a 30 A las tablillas deben ser al menos de la misma corriente nominal del interruptor de protección. Las tablillas de control deben ser mínimo de 15 A nominal y recibir cables provenientes de campo hasta tamaño 12 AWG.

Las tablillas terminales para conexión de campo deben tener el frente hacia adelante, para facilidad de la conexión.

Las tablillas terminales de control deben ser tipo jalar-separar en las unidades removibles, en unidades fijas las tablillas de control deben ser fijas.

Para arrancadores hasta tamaño 3 se deben proporcionar tablillas terminales de fuerza, para tamaño 4 o mayor no se requieren tablillas terminales de fuerza, la llegada de cables llega directamente al arrancador. Las tablillas terminales de fuerza para tamaños 1 y 2 deben ser tipo jalar separar, para tamaño 3 deben ser tipo fijo.

Las terminales deben ser adecuadas electroquímicamente para recibir cables de cobre.

1.4.7 Instrumentos de medición. Los instrumentos de medición deben operar con transformadores de corriente de 5ª y transformadores de potencial de 120 V, en sus respectivos secundarios, a una frecuencia de 60 Hz. Las cajas de todos los instrumentos deben ser de un acabado negro mate, rectangulares, de montaje semiembutido tipo para tablero y a prueba de polvo.

Los instrumentos de medición serán del tipo digital multifunción de estado sólido a base de microprocesador y contar con puerto de comunicación RS-485 con protocolo de comunicación Modbus y Ethernet TCP/IP, display de cristal líquido, deben tener una precisión con margen de error de 1% o menor, deben proveer los siguientes parámetros de medición:

Corriente de línea y de fase. Tensión de línea y entre fases Potencia

Energía. Factor de potencia

Lecturas de demanda incluyendo máximos y mínimos, thdi, thdv

Mínimos y máximos.

Funciones de alarma, Almacenamiento de datos/eventos. Captura de forma de onda. Detección de sags / wells.

Memoria mínima de 356 kB. Programable

1.4.8 Transformadores de control, de potencial y de corriente. Cada combinación debe ser equipada con un transformador de control, con 2 fusibles en el primario y un fusible en el secundario (no se aceptan fusibles de cristal), relación 480/120 VCA para CCM en 480V ó 220/120 VCA, para CCM en 220V.⁶

La capacidad estándar del transformador de control en VA debe ser suficiente para alimentar la bobina del arrancador y tres luces piloto, se puede solicitar capacidad adicional si se tienen conectados más elementos que consuman potencia en el circuito de control, de acuerdo a lo siguiente:

⁶ Catálogo PEMEX especificaciones técnicas de los CCM's de motores en 480 y 220 V

Tamaño	Capacidad	Capacidad máxima
T1	50	150
T2	100	150
T3	150	300
T4	300	300
T5	De acuerdo a fabricante	De acuerdo a fabricante

El valor en VA de capacidad debe ser visible desde el frente cuando la puerta esté abierta. Los fusibles en el primario deben ser tipo limitadores de corriente, mínimo con la capacidad de cortocircuito solicitada para el CCM. Los fusibles deben localizarse de forma que puedan sustituirse con el CCM energizado. Los fusibles en el primario deben tener capacidad máxima de 10 amp para 240VCA y de 5 amp para 480 VCA, con sus excepciones, de acuerdo a la tabla 9 de ANSI C-37.20.1

Las terminales del primario de los transformadores de control deben traslaparse entre las fases A, B y C para balancear las cargas monofásicas en cada CCM lo mejor posible. La terminal de tierra X2 de los transformadores de control invariablemente debe ser puesta a tierra.

Transformadores de potencial. La relación de transformación de los transformadores de potencial será de 480/120 o 220/120 volts, con fusibles tanto en el primario como en el secundario, estos transformadores deben ser encapsulados.

Los transformadores de corriente deben ser tipo pasamuro o tipo dona encapsulado, relación única con secundario 5ª. Todos los transformadores de instrumentos deben estar alambrados a tablillas terminales, independientes y separadas de las tablillas para el alambrado de control.

Los transformadores de corriente para protección deben ser independientes de los de medición y deben tener una potencia de precisión mínima suficiente para operar adecuadamente en condiciones de corto circuito sin llegar a la saturación. El fabricante debe demostrarlo con curvas de saturación para el valor de cortocircuito requerido para el CCM.

1.4.9 Circuito de detección de fallas. En proyectos para Refinerías y cuando se requiera en la hoja de datos (Anexo 1) para sistemas delta en 480 V, se debe suministrar un circuito de detección de fallas con las características siguientes:

Cada bus debe tener un sistema de medición analógica de los voltajes de línea con respecto a tierra, el rango debe ser de 0 a 500 V. Debe incluirse un sistema

de lámparas piloto de alta luminosidad, en conexión serie, con transformadores conectados en estrella a cada fase o con contactores, para identificar fallas a tierra y botón normalmente cerrado para prueba.

1.4.10 Lámparas piloto. Las lámparas piloto (verde-rojo) deben ser tipo LED de alta intensidad luminosa, con duración mínima de 100 000 Horas, protegidas para evitar aumento de iluminación en caso de picos de tensión o por falsa alimentación debida a fallas en el alambrado, la lámpara debe tener lente de 2.2 a 2.5 cm de diámetro nominal contar con aro y cuerpo metálico. La lámpara roja equivale a equipo operando, la verde a equipo fuera de operación, la lámpara roja debe quedar al lado derecho y la verde al izquierdo, deben ser reemplazables desde el frente del tablero sin abrir la puerta.

1.4.11 Protección térmica de sobrecarga (Relevador de sobrecarga). Protección térmica de estado sólido de rango ajustable por sobrecarga del motor, en cada una de las fases, con las características siguientes:

Ajuste de corriente de disparo Protección por pérdida de fase. Protección por desbalanceo de fases. LED indicador de funcionamiento Autoalimentado

Temperatura ambiente compensada.

No se aceptan relevadores de sobrecarga tipo aleación fusible o bimetálicos, a menos que exista el requerimiento ó aceptación expresa del centro de trabajo en sus bases de usuario y reflejadas en las bases de licitación del proyecto. No se acepta modificación al respecto en la etapa de proyecto.

1.4.12 Interruptores en aire electromagnéticos. Deben ser tipo removible de 3 polos, tiro sencillo, operados eléctrica y manualmente, de energía almacenada y adecuados para servicio en un sistema de 480 V, 3 fases, 3 hilos, 60 Hz, con capacidad interruptiva mínima como se requiera en la Hoja de datos (Anexo 1), con funciones de disparo ajustable por sobrecorriente continua de tiempo largo, tiempo corto e instantánea (LSI) o (LSIG) incluyendo protección por falla a tierra, estas funciones deben ser controladas por una unidad de disparo de estado sólido con comunicación a un sistema de control distribuido.

Deben ser de energía almacenada y tener un mecanismo de resortes para el accionamiento del interruptor, incluyendo una bobina de disparo y una bobina de cierre, con tensión de control de 120.

VCA, equipados con un motor eléctrico en esta misma tensión. Los mecanismos de operación de los interruptores se conectarán a una fuente propia de 120 VCA, y deben ser capaces de abrir el interruptor a carga plena, con una tensión de control entre 70 y 110 % de la tensión nominal, y cerrarlo con una tensión entre el 85 y 110 % de la tensión nominal.

Deben poder abrir manualmente en una emergencia, mediante la operación de un mecanismo de disparo instalado en forma accesible desde el frente del interruptor. Cada interruptor debe estar provisto de un indicador mecánico de posición Cerrado - Abierto, con contador de operaciones. Deben ser de disparo libre eléctrica y mecánicamente.

Cada interruptor debe suministrarse con al menos cuatro contactos auxiliares de control (dos NA y dos NC o convertibles) disponibles adicionales a lo requerido por su propio control.

El interruptor debe tener un bloqueo mecánico y obstrucción que impida removerlo de la posición de "Conectado", cuando esté cerrado, o insertarlo a la posición de "Conectado", cuando esté cerrado en la posición de "Prueba". Las puertas estarán diseñadas de manera que permitan su cierre cuando el interruptor esté en la posición de "Prueba". Debe tener límites de carrera cuando se mueva hacia su posición de "Conectado" y cuando se mueva hacia la de "Prueba". En la posición de "Prueba", los contactos principales estarán desconectados de la línea y de la carga. Debe tener un indicador que muestre cuando esté en posición de "Desconectado", "Prueba" y "Conectado" o de operación, y tener medios para bloquear el elemento removible en las posiciones de "Prueba" y de "Conectado", pero arreglado de tal manera que pueda ser operado.

Los interruptores deben tener accesorios eléctricos removibles e intercambiables en campo, incluyendo disparo en derivación, contactos auxiliares, mecanismos de operación eléctrica, cierre en derivación y unidad de disparo. La unidad de disparo debe poder intercambiarse por una versión más completa en campo. El fabricante deberá tener disponible una maleta de prueba para inyectar energía por el lado primario del circuito del interruptor.

La unidad de disparo de estado sólido debe tener al menos las siguientes funciones.

Mediciones de valor real y eficaz (rmc). Configuración de disparo (LSI) o (LSIG). Alarma y disparo por falla a Tierra. Calibrador de valores nominales.

LED indicador de disparo por tiempo Largo. LED indicador de disparo.

Ampermetro digital.

Barra gráfica de carga por fase. Enclavamiento selectivo de zona. Comunicación.

1.5 Características de los equipos o componentes principales.

1.5.1 Unidades combinadas para control de motores (Arrancadores a tensión plena no reversible). (ATPNR). Este tipo de arrancadores es el requerimiento estándar para el CCM, otros tipos de arrancadores como tipo reversible, de varias velocidades o a tensión reducida tipo autotransformador transición cerrada, solo se suministrarán cuando en forma específica se soliciten en la Hoja de datos (Anexo 1)

Los arrancadores a tensión plena no reversible deben ser tamaño NEMA, para 600 Volts, 3 fases, 60Hz, integrados por interruptor termomagnético en caja moldeada, contactor magnético y relevador de sobrecarga. Cada arrancador debe ser equipado con los dispositivos siguientes:

Manija de operación externa del interruptor termomagnético. Lámparas piloto (verde-rojo)

Botones de arranque-paro contacto momentáneo.

Selector manual-fuera-automático (a menos que no se requiera por que esos elementos se instalen junto al motor, esto se confirma en la Hoja de datos (Anexo 1)).

Interruptor tipo termomagnético.

Contactor magnético 3Ø.

Protección térmica por sobrecarga del motor en cada una de sus fases, de estado sólido de rango ajustable.

Botón de restablecimiento exterior de la protección de sobrecarga.

Transformador de control relación 480/120 VCA para CCM en 480 V o 220/120 VCA, para CCM en 220V.

Acometida para los calentadores de espacio del motor, (únicamente para motores de 75 CP y mayores, la resistencia calefactora del motor debe alimentarse desde una fuente independiente a través de un contacto auxiliar normalmente cerrado)

Cuatro contactos auxiliares de control (dos NA y dos NC o convertibles) disponibles adicionales a los requeridos en el diagrama de control para la bobina de sello y otros.⁷

⁷ Catálogo PEMEX especificaciones técnicas de los CCM's de motores en 480 y 220 V

1.5.2 Unidades combinadas para control de motores (Arrancadores) a tensión reducida tipo autotransformador transición cerrada. Unidad combinada de interruptor termomagnético y arrancador a tensión reducida (50, 65 y 80% del voltaje nominal) con autotransformador transición de arranque en forma cerrada, con los mismos elementos requeridos en numeral 7.5.1, mas los contactores de arranque y marcha nominal, y los elementos inherentes al tipo de arrancador.

1.5.3 Unidades con alimentador en derivación (Interruptor termomagnético derivado): Los interruptores derivados tipo termomagnético deben ser de caja moldeada, 3 polos, 600 VCA, en marco no menor de 100 A, con capacidad interruptiva de acuerdo a lo solicitado en Hoja de Datos (Anexo 1) y deben abrir automáticamente las tres fases en caso de sobrecarga en una de las fases del interruptor.

Todos los interruptores deben estar provistos de un mecanismo de operación manual desde el exterior con la puerta cerrada, deben tener indicación de la posición “Cerrado-Fuera-Disparado”.

Las unidades con interruptores termomagnéticos derivados hasta 250 A de marco se deben conectar a las barras verticales a través de clips. Las unidades con interruptor de marco 400 A o mayor deben conectarse directamente a las barras a través de barras de cobre de capacidad adecuada. No se permite el uso de cable en esta conexión.

El lado de carga de cada interruptor debe contar con zapatas, para recibir los cables de cobre en el tamaño determinado en la ingeniería de detalle.

1.5.4 Equipo para entrada de línea o servicio. El CCM puede solicitarse de acuerdo al tipo de sistema al cual se va a conectar y los requerimientos del proyecto, requerido en la Hoja de Datos (Anexo 1) de alguna de las siguientes formas:

Zapatas principales.

Interruptor principal electromagnético

Interruptores principal y de enlace electromagnéticos. Acoplamiento directo a las barras de un CCM existente.

En caso de contar con interruptores principales el CCM se podrá solicitar con medición de puntos calientes o con ventana corrediza (horizontalmente y con seguro) que permita efectuar el programa de medición termométrica de los puntos calientes en las áreas de contacto de las mordazas. Esto se define en la Hoja de datos (Anexo 1), y es solo para los interruptores principales.

El sistema de medición de puntos calientes en caso de requerirse para las secciones principales y de enlace del CCM debe tener las siguientes características

Sistema de monitoreo de puntos calientes mediante tecnología de RTD'S ó termopares con medición digital en el frente del tablero, con puertos de comunicación RS-485 con protocolo de comunicación Modbus y Ethernet, sus señales se deben poder integrar al "Sistema de supervisión y control para la administración de la energía eléctrica". El monitoreo a cada interruptor debe hacerse por lo menos en cada una de las fases de entrada y salida (6 puntos de medición). El sistema debe desplegar digitalmente el punto mas caliente en grados centígrados, la diferencial mayor, compensación de temperatura, y alarma. El sistema debe efectuar un monitoreo continuo ("Barrido" o "Escáner") a todos los puntos de monitoreo. El software y el equipo empleado deben tener accesibilidad de manera local y la interfase necesaria para obtener la información mediante PC. Con este sistema no se requieren ventanas corredizas.⁸

1.5.4.1 Zapatas principales: En este caso el CCM debe tener espacio suficiente para la llegada de cables del tamaño y cantidad por fase como se definan en la Hoja de Datos (Anexo 1) o en la ingeniería de detalle, El fabricante debe proveer las zapatas mecánicas o de compresión.

1.5.4.2 Interruptor principal electromagnético: La unidad de interruptor principal electromagnético se puede instalar en la parte superior o inferior de la sección vertical. Debe ser tipo removible de 3 polos, tiro sencillo, operados eléctrica y manualmente, de energía almacenada y adecuados para servicio en un sistema de 480 V, 3 fases, 3 hilos, 60 Hz, con capacidad interruptiva mínima como se requiera en la Hoja de datos (Anexo 1).

El interruptor principal debe conectarse a las barras principales por medio de barras de cobre, de tamaño apropiado, de acuerdo a numeral 7.4.2

1.5.4.3 Interruptores principales y de enlace electromagnéticos: En este caso el CCM tendrá dos interruptores principales electromagnéticos montaje removible normalmente cerrados (NC) y un interruptor electromagnético de enlace normalmente abierto (NA), con un sistema de transferencia automática (sistema secundario selectivo), para que en caso de falla de uno de los alimentadores principales, su interruptor NC abra y el otro permanezca cerrado NC y el interruptor de enlace NA cierre, es decir, sólo permanecerán cerrados dos de los tres interruptores.

El control de la transferencia automática entre interruptores principales debe tener protección por fusibles o termomagnético por cada interruptor principal.

⁸ Catálogo PEMEX especificaciones técnicas de los CCM's de motores en 480 y 220 V

Los interruptores principales deben suministrarse con los siguientes dispositivos:

Instrumentos de medición del tipo digital multifunción.

Relevador por ausencia de tensión.

Transformador de corriente. Transformador de potencial

El arreglo físico de los interruptores debe realizarse en dos secciones verticales, en la primera se instalará un interruptor principal y uno de enlace, y en la segunda sección se instalará el otro interruptor principal y los equipos de la transferencia automática.

1.5.4.4 Acoplamiento directo a las barras de un CCM existente: Para este caso se deben suministrar al fabricante, todos los datos con que se cuente del CCM existente, como son nombre del fabricante, tipo de CCM, año de fabricación, dimensiones del equipo, las dimensiones material y ubicación precisa de la barra, incluyendo diagramas unifilares, arreglos físico, orden de taller, etc.

1.5.5 Unidad con Variador de velocidad (modulación de ancho de pulso). Este tipo de arrancadores solo se suministrarán cuando en forma específica se soliciten en la Hoja de datos (Anexo 1). Su aplicación será solo por requerimientos de variación de velocidad del proceso, no aplica por requerimientos de limitación de corriente de arranque, situación en la que pueden emplearse otros métodos como arrancador electrónico de arranque suave o arrancador a tensión reducida tipo autotransformador de transición cerrada.

Consiste en unidad combinada de interruptor termomagnético (o solo magnético si así se requiere en hoja de datos Anexo 1) y variador de velocidad de torque variable o torque constante. Se debe definir el requerimiento del variador de velocidad, según el tipo de aplicación, par variable o par constante (Par variable aplica para la mayoría de cargas como bombas, y ventiladores centrífugos. Par constante aplica para cargas como transportadores de carga constante).

El variador de velocidad debe tener algún método para evitar introducir armónicas al sistema máximo hasta 5% de factor de distorsión de voltaje, con la armónica individual mayor de no más de 3% de la onda fundamental de voltaje, y proteger al propio equipo de armónicas de esta magnitud, provenientes del sistema.

Variador de velocidad para motores de inducción trifásicos tipo jaula de ardilla diseño NEMA B (u otros) hasta 200 CP en 460 VCA, con tecnología de ancho de pulso modulado (PWM) con transistores IGBT y con algoritmo de control vectorial de flujo en lazo abierto.

Para motores menores a 100 CP se requiere de manera estándar para variadores en este rango, circuito inversor de potencia de onda completa de 6 pulsos y el método de disminución de armónicas puede ser alguno de los siguientes:

- Bobina de choque o bien reactor de línea a la entrada.
- Filtro pasivos.
- Filtro Activos.
- Fuente regenerativa de Bus de CC (Frente activo).
- Convertidor de 12 pulsos (para motor menor de 100 HP).

Para motores de 100 a 200 CP se requiere de manera estándar como método de disminución de armónicas para variadores en este rango, circuito inversor de potencia de onda completa de 18 pulsos, y ensamble reactor-transformador de defasamiento angular.

Datos de operación:

Tensión de operación: 220-230, 440-460 $\pm 15\%$ VCA, 3 fases, 60 $\pm 5\%$ Hz, temperatura de operación de -10 a +40°C sin degradación (sin reclasificación).

Eficiencia: >96% al 100% de velocidad y carga

Desplazamiento del factor de potencia > 0.95 (atraso) en todo el rango de velocidad y carga

Humedad relativa máx.: 93% sin condensación o goteo de agua

Regulación de velocidad: 1% de la velocidad nominal sin retroalimentación, 0.1% con retroalimentación de tacómetro, y 0.02% con retroalimentación de encoder.

Elementos básicos del variador de frecuencia:

Interruptor termomagnético (o solo magnético si así se requiere en hoja de datos Anexo 1)

Variador de velocidad con circuito de potencia formado por 6 SCR'S (2 por fase) ó 18 pulsos (6 por fase) controlados con pulsos de disparo.

Controlador electrónico con display de cristal líquido, al menos 6 líneas de 2112 caracteres y teclas de función programables por el usuario.

Modulo adicional de Entradas / salidas digitales y salida analógica de 0 / 4-20 mA configurables

Puerto de comunicación RS-485 en red con protocolo Modbus y Ethernet TCP/IP Terminal con pantalla digital tipo LED (3 / 7 segmentos) y teclado para: monitoreo de parámetros (corriente, estado térmico motor, torque, potencia activa, factor de potencia y status), ajuste y configuración.

Filtros de armónicas.

Tarjetas de extensión de E/S

Fusibles de acción rápida limitadores de corriente para protección de semiconductores

Características del variador de frecuencia:

Capacidad de sobrepasar transitorio durante 60 segundos en régimen estable: aplicaciones de par variable (bombas centrífugas y ventiladores) del 110%; en las aplicaciones de par constante del 170%

Frecuencia de corte a la salida del variador seleccionable basándose en el factor de marcha adecuado y la desclasificación correspondiente: 2, 4, 8, 10, 12 y 16 kHz, para operación en “ruido bajo”.

Función automática de auto-sintonía de los parámetros del motor para simplificar su ajuste en la puesta en marcha y optimizar su desempeño

Configurable por programación para: Par Constante/ Par Variable con Ahorro Energético para optimizar la corriente absorbida por el motor

Lazo de control PI para funcionar en los modos: AUTOMATICO: consigna proceso con regulador PI; MANUAL: consigna velocidad del motor (fuera de regulación PI)

Entradas analógicas seleccionables de: 0 a 10 VCD, 0/4 a 20 mA CD. Con adaptación de la entrada de consigna al retorno del proceso:

Ganancia y Offset.

Prohibición posible de la rotación del motor en sentido inverso

Salidas analógicas asignables para los parámetros del motor y/o proceso.

Configuración de las fallas para el modo de paro y re arranque automático.

Diálogo – terminal gráfica (pantalla LCD y teclado tipo membrana) para: Visualización de los parámetros de operación y condiciones de falla

Ajuste de parámetros y configuración del variador

Desplegado de la información en mensajes claros a elegir por programación entre 6 idiomas (NoCódigos)

Selección del modo de control por la terminal o dispositivos de comando externos

Entradas / Salidas lógicas 24 VCD, suficientes para el desempeño de las funciones requeridas

Entradas analógicas de tensión 0-10 VCD y corriente 0-20 mA escalable

Salidas analógicas de corriente 0-20 escalable

Opciones de Comunicación: Modbus y Ethernet TCP/IP

Inductancias de línea para amortiguamiento de la distorsión armónica y perturbaciones externas de la línea.

Algoritmo de control por Control vectorial de flujo sin captor Filtro de salida contra transitorios dv / dt en distancias > 50 m. Módulo de frenado dinámico por IGBT integrado

Capacidades de monitoreo Corriente del motor, estado térmico del motor, tensión de línea, potencia activa, velocidad del motor en Hz y RPM, velocidad de la máquina y códigos de falla Protecciones: Sobrecarga, Cortocircuito entre fases y fase a tierra, Baja tensión, sobretensión, Rotor bloqueado, Baja Carga (marcha en vacío)

Térmica del variador,
Clase de disparo en la protección térmica Selectiva Clases 2 – 10^a – 10 – 15 – 20 – 25 – 30

Diálogo y control por Terminal propia, Software PC y PC bolsillo

Información de fallas en enunciados completos. Ajustes rápidos.

Históricos de fallas al menos 8 eventos

Autodiagnóstico

Partes de repuesto intercambiables

Protecciones

Corto circuitos entre las fases de salida, fases de salida y tierra, salidas de las fuentes internas, salidas lógicas y analógicas.

El variador deberá ser Listado UL508C para su uso en sistemas con corriente de falla de acuerdo a I cortocircuito solicitado para el CCM).

Térmica del motor integrada mediante cálculo I^2t Listado UL cumpliendo con UL508C y Clase 10 según IEC947, y mediante sondas PTC (ATV58 opcional)

Memorización del estado térmico del motor

Sobretensiones y bajas de tensión en la red de alimentación

Corte de fase

Térmica del variador

El variador de velocidad debe cumplir con la Normas IEC 60947-4-2 y con las normas IEC de Compatibilidad Electromagnética.

Distancias mayores de 50 metros:

Para distancias entre el variador y el motor mayores a 50 m, el fabricante debe incluir filtros de salida del variador para limitar transitorios de tensión (dv / dt) en las terminales del motor, disminuir la corriente de fuga a tierra del motor, y otras perturbaciones que puedan interferir con la operación adecuada del equipo.

Con este tipo de equipo, Se debe proporcionar la distancia del variador de velocidad al motor a fin de que el fabricante del variador indique si requiere alguna clase especial de aislamiento para el motor y para el cable alimentador y que el consumidor final y/o el contratista coordinen la adquisición de estos equipos con las características adecuadas para la operación adecuada.

Para mejor selección del variador de frecuencia se deben proporcionar los datos del motor siguientes:

Potencia (CP), diseño NEMA (B u otro), velocidad síncrona (RPM), factor de servicio (1 a 1.15), clase de aislamiento (F como mínimo), tipo de carcasa (Al menos TEFC), tipo de montaje (Horizontal o vertical), tensión (220 – 230 V CA. o 440 – 460 VCA., fases (3). frecuencia (60 Hz)., tipo de motor (Jaula de ardilla o rotor devanado), distancia (Del variador al motor).

1.5.6 Arrancadores electrónicos de arranque suave. Arrancador de estado sólido para motores eléctricos de inducción tipo jaula de ardilla hasta 200 CP, Diseño NEMA B u otros. 220 o 440 VCA –15%, +10%; 3 fases; 60 Hz +/- 5%; -10 a +40°C Temperatura ambiente.

Este tipo de arrancador solo se suministrará cuando en forma específica se solicite en la Hoja de datos (Anexo 1). Su aplicación será solo por requerimientos de limitación de corriente de arranque.

Se compone por una unidad combinada de interruptor termomagnético y arrancador electrónico de arranque suave, servicio pesado, basado en control de torque en vez de control de tensión (La definición de uso pesado para este tipo de arrancador es al menos 5 arranques por hora con un tiempo máximo de arranque de 46 segundos a 350% de límite de corriente o su equivalente).

El arrancador electrónico de arranque suave debe tener filtros para evitar introducir armónicas al sistema máximo hasta 5% de factor de distorsión de voltaje, con la armónica individual mayor de no más de 3% de la onda fundamental de voltaje, y proteger al propio equipo de armónicas de esta magnitud provenientes del sistema.⁹

Elemento básico del arrancador suave:

Interruptor termomagnético

Arranque de arranque suave con circuito de potencia formado por 6 SCR'S (2 por fase) controlados con pulsos de disparo.

Controlador electrónico

Modulo adicional de Entradas / salidas digitales y salida analógica de 0 / 4-20 mA configurables

Puerto de comunicación RS-485 en red con protocolo Modbus y Ethernet TCP/IP
Terminal con pantalla digital tipo LED (3 / 7 segmentos) y teclado para: monitoreo de parámetros (corriente, estado térmico del motor, torque, potencia activa, factor de potencia y status), ajuste y configuración

Contactador de "by-pass" externo

Filtros de armónicas.

Características del arrancador suave:

Método de arranque controlado por algoritmo de control lineal del par (torque) en las rampas y limitación de corriente, con rampa de aceleración al menos de 1 a 60 s y rampa de desaceleración al menos de 1 a 60 s, configurables por programación.

Método de paro por paro en rueda libre, rampa de torque en desaceleración, y frenado dinámico. rampa de desaceleración al menos de 1 a 60 s, configurables por programación.

Capacidad de monitoreo: Corriente del motor, estado térmico del motor, estado de carga del motor, potencia activa, factor de potencia, estado del arrancador y códigos de falla

Protecciones: Sobrecarga, Dirección de rotación, Rotor bloqueado, Atascamiento, baja de carga (marcha en vacío), Térmica del arrancador, perdida de fase o fase inversa, contra atascamientos, protección de carga seleccionable
Control y protección del arrancador activas y durante el arranque.

⁹ Catálogo PEMEX especificaciones técnicas de los CCM's de motores en 480 y 220 V

Monitoreo configuración y ajuste de parámetros del arrancador y motor.

Ajuste de la corriente de arranque máxima de 2 a 5 I_{nom} .

Capacidad de arranque en cascada.

Salida analógica 0 / 4 a 20mA función y escala configurable.

Clase de disparo en la protección térmica Selectiva Clases 2 – 10^a – 10 – 15 – 20 – 25 – 30

Entradas lógicas configurables, al menos una re-asignable para 6 funciones.

Salidas lógicas al menos una re-asignable para 3 funciones

Salida analógica configurable al menos una de 0-20mA o 4-20mA función y escala configurable

Protecciones del motor: Sobrecargas: electrónica (clase de arranque 2; 10^a; 10; 15; 20; 25 y 30) y sondas PTC 750 a 25°C, Umbral de disparo de corriente en régimen permanente, Rotor bloqueado en régimen permanente, Marcha en vacío, Pre calentamiento 10% I_{nom} . Para evitar condensación, Gestión de fallo externo

Protección Mecánica: Control del par (torque) (eliminación de golpes mecánicos), Limitación del par (torque) ajustable., Control del sentido de rotación, Prealarma por sobrecarga de máquina, Tiempo de arranque demasiado largo, Gestión de fallo externo.

Protecciones internas; Cortocircuito impedante $3I_{nom}$ (arrancador) – 20ms, Protección térmica del arrancador, Recuperación al vuelo, Inmunidad a las perturbaciones, Protección contra micro cortes < 200ms

El arrancador electrónico de arranque suave debe cumplir con la Normas IEC 60947-4-2, y con las normas IEC de Compatibilidad Electromagnética.

1.5.7 Tablero de alumbrado o distribución. Tablero en 220/127 VCA 3 fases 4 Hilos, barras principales y derivadas de cobre estañado, con interruptores termomagnético principal y derivados tipo atornillable, marco mínimo de 100 A, de 10 kA de CC, barra neutra al 100%, y barra de puesta a tierra al 50% respecto a las de fases, con una terminal del neutro por cada circuito del tablero.

Tablero dentro de CCM en gabinete Nema 1, frente muerto, con puerta embisagrada y chapa; fabricado en lámina de acero rolada en frío. Se debe suministrar como un conjunto ensamblado de fábrica, gabinete, barras,

interruptores principales, derivados y accesorios. Se debe cumplir con NMX- J-118/1-ANCE, NMX-J-266-ANCE.

Los interruptores termomagnéticos derivados serán de 1, 2, ó 3 polos según se requiera, deben contar con indicador de disparo y en capacidades de corriente de 10 a 100 A. Los tableros se deben suministrar con un 30% de espacios disponibles para polos futuros.

1.5.8 Transformadores de alumbrado. Transformadores de distribución tipo seco aislado en barniz impregnado, trifásicos, 60 Hz, relación 480-220/12127 V, conexión delta estrella con neutro conectado directamente a tierra, hasta 45 kVA de capacidad. Aislamiento en 180°C con elevación de temperatura a capacidad nominal de 80°C, con capacidad de sobrecarga permanente de 15%.

Deben contar con protección en el primario por medio de interruptor termomagnético. Su ubicación dentro del CCM será en la parte inferior de la sección vertical, en montaje fijo.

1.5.9 Controladores programables, relevadores de protección, u otros. (Indicar requerimientos particulares en Hoja de Datos (Anexo 1)).

1.5.10 Ensamblados de equipo especial. (Indicar requerimientos particulares en Hoja de Datos (Anexo 1)).

1.6 Accesorios y herramientas

Se debe incluir como suministro un juego de accesorios y herramientas especiales para la instalación, mantenimiento y operación del CCM.

1.7 Partes de repuesto

Se debe proporcionar anexo a la cotización, una lista de partes de repuesto recomendadas para dos años de operación, en la propuesta económica se debe indicar los costos por unidad, el consumidor final se reserva el derecho de adquirirlos.

1.8 Pruebas e inspección

1.8.1 General

a. El fabricante debe confirmar al Contratista y al consumidor final el programa con los eventos principales de la fabricación. El consumidor final se reservará el derecho de asistir a las pruebas. Todo el equipo de pruebas, material y herramientas requerido para las pruebas en fábrica y en campo debe ser proporcionado por el fabricante e incluido en su oferta.

- b.** Se debe presentar la documentación que acredite el resultado de las pruebas. Esta documentación debe ser entregada al Contratista y al consumidor final, y es requisito indispensable para la formalización de la recepción del equipo.
- c.** La propuesta técnica debe incluir un listado de las pruebas a ejecutar en el Sistema instalado antes de su puesta en servicio.
- d.** La aprobación por parte del consumidor final de las pruebas de fábrica y en campo, no libera al Contratista/fabricante de su responsabilidad por el buen funcionamiento y cumplimiento de las especificaciones del equipo.
- e.** Se deben proporcionar las partes de repuesto recomendadas para las pruebas en campo y puesta en operación del CCM, incluyéndose en cajas debidamente identificadas y protegidas para evitar el deterioro durante su almacenamiento.¹⁰

1.8.2 Pruebas en Fábrica

- a.** El equipo y material debe ser inspeccionado y probado por el fabricante durante la fabricación, permitiendo la inspección a personal del Contratista y de el consumidor final en todo el proceso de fabricación y empaque, suministrando al Contratista y al consumidor final, los registros de prueba e inspecciones, incluyendo las pruebas de laboratorio y certificados.
- b.** El consumidor final rechazará los equipos o material del Contratista/fabricante que estén defectuosos o inadecuados para el uso y objeto requerido, ó no cumplan con los requerimientos.
- c.** Se deben realizar las pruebas en fábrica de acuerdo a las normas vigentes aplicables, indicadas en el numeral 3 de esta especificación, incluyendo las siguientes:

Prueba de rigidez dieléctrica de las barras y conductores de fuerza y control entre fases y tierra. Prueba funcional de los interruptores electromagnéticos (operación mecánica).

Prueba funcional de las combinaciones interruptor-arrancador, simulando cierres y disparos. Verificación de las características técnicas de los transformadores de corriente y potencial, como relación de transformación, resistencia de aislamiento, polaridad. Para transformadores de corriente incluir pruebas de saturación en cortocircuito entregando resultados con la curvas de saturación correspondiente del propio transformador).

Verificación de la operación de las protecciones y de los circuitos de medición.
Prueba de todo el equipo auxiliar complementario.
Prueba de tensión aplicada
Pruebas de protocolo.

¹⁰ Catálogo PEMEX especificaciones técnicas de los CCM's de motores en 480 y 220 V

Prueba de secuencia de operación de la transferencia por bajo voltaje (Aplica para CCM con dos interruptores de acometida y 1 de enlace).

1.8.3 Pruebas en Campo

a. Una vez terminada la instalación, se debe realizar las pruebas de funcionamiento para el Sistema completo, y para todos los componentes principales, incluyendo tableros de control, cables calefactores, así como los dispositivos de medición, protección y control.

b. El Contratista/fabricante debe efectuar las pruebas en campo, con los valores de aceptación requeridos.

Inspección visual de embarque.

Prueba de alto potencial (High Pot).

Prueba de la resistencia de aislamiento con megger. Prueba de resistencia de contactos para interruptores.

Prueba de operación mecánica, incluyendo bloqueos de puertas.

Pruebas a circuitos de control, incluyendo inyección de corriente primaria y secundaria, ajuste de relevadores de protección, alarmas, y bloqueos eléctricos.

Pruebas del sistema de monitoreo de puntos calientes (En caso de contar con él).

Pruebas a transformadores de corriente y potencial, incluyendo relación de transformación, resistencia de aislamiento, polaridad.

Pruebas al esquema de transferencia, verificando apertura, cierre y disparo de los interruptores principales (En caso de contar con él).

1.9 Información técnica

El alcance del suministro debe incluir el suministro de la información técnica siguiente:

a. Proporcionar idioma español la cantidad de documentos solicitados por el consumidor final. A falta de esta solicitud se debe proporcionar, (5) copias en papel y (3) en archivo electrónico (disco CD) de cada dibujo y diagrama final de construcción, así como de los instructivos para el montaje, operación y mantenimiento de todos sus equipos. La información debe elaborarse con software compatible o exportable, de diseño asistido por computadora (CAD) y Office para Windows (Autocad, Microstation, Word o Excel), Se debe de entregar como mínimo:

Dimensiones generales y arreglo físico en planta, vista frontal y elevaciones, incluyendo peso y secciones de embarque. Así como espacio requerido alrededor del equipo para maniobras de montaje y mantenimiento.

Diagrama unifilar y trifilar.

Diagrama de alambrado por sección

Diagramas elementales o esquemáticos y de interconexión

Arreglo de barras principales y derivadas, indicando las distancias entre fases y a tierra. Conexión del sistema de tierras

Lista detallada de los instrumentos, relevadores y accesorios. Conexión al sistema de control distribuido.

Detalles de las conexiones de los cables alimentadores.

Información técnica de los dispositivos de protección incluyendo curvas de disparo. Localización y dimensiones de los huecos para cables de fuerza y control de entrada y salida. Información para el diseño de las cimentaciones, anclaje y otros trabajos civiles asociados.

b. Los dibujos deben tener indicado el número de revisión. Los dibujos finales certificados deben ser sellados y firmados por el fabricante. Los dibujos deben elaborarse cumpliendo con las unidades requeridas por la NOM-008-SCFI. Cuando se trate de partes elaboradas usando el sistema inglés, las equivalencias se mostrarán entre paréntesis después de cada dimensión métrica.

c. Todos los elementos del equipo deben estar identificados con número de parte, para identificación en caso de sustitución.

d. Pemex se reserva el derecho de dar comentarios a cada uno de los dibujos y documentos que el fabricante envíe para revisión y/o aprobación. El fabricante se obliga a devolver los dibujos revisados, o corregidos, en un plazo no mayor de 5 (cinco) días hábiles. La aceptación de los planos por parte de el consumidor final o de su contratista no libera al fabricante de su responsabilidad en caso de que el equipo no cumpla con los requerimientos del proyecto, contenidos en los documentos de la licitación.

e. El Fabricante del equipo debe entregar catálogos, manuales e instructivos de todos los dispositivos o accesorios incluyendo los que obtenga de otros proveedores, y deben ser enviados con el embarque del equipo.

1.10 Empaque y embarque

a. El equipo y componentes del mismo deben ser empacados de tal modo, que no se dañen durante el transporte y su almacenamiento previo a su instalación. Debe tenerse especial cuidado con las partes removibles.

b. El empaque debe ser adecuado para intemperie, cualquier elemento que no esté diseñado para almacenamiento a la intemperie debe empacarse por separado y marcarse "ALMACENAR EN INTERIOR". Se debe tener en el exterior del empaque una lista del contenido de partes e instrucciones de

almacenamiento, en bolsas impermeables o impresas en etiquetas impermeables.

- c. Toda la madera usada para empaque debe estar libre de insectos, no se acepta el uso de paja o aserrín en los empaques.
- d. Todo el equipo debe ser embarcado seco y libre de polvo y debe ser identificado fácilmente indicando con letra visible al menos los siguientes datos:

Número de requisición, pedido y partida.

Número de proyecto, Planta, Clave del equipo.

Proveedor.

Fecha.

Peso en kg.

Indicación de puntos de izaje.

- e. El equipo ó material que sufra daño por el transporte o por empaques defectuosos, debe ser sustituido por uno nuevo sin cargo adicional para el consumidor final.

1.11 Garantía

- a. La garantía de los equipos y componentes del CCM debe estar incluida dentro del alcance de la adquisición de acuerdo a los documentos proporcionados por el consumidor final.
- b. Se debe garantizar la existencia de partes de repuesto en el mercado, por un periodo mínimo de 10 años.

1.12 CAPACITACIÓN

- a. La capacitación, incluyendo material técnico y didáctico, debe estar incluida en el alcance de suministro del CCM, de acuerdo a los requerimientos de los documentos proporcionados por el consumidor final.
- b. La capacitación debe ser impartida en el lugar de la instalación del CCM.
- c. La capacitación debe cubrir la operación del CCM, calibración de relevadores de protección y equipo de medición, así como los requerimientos para mantenimiento preventivo y correctivo,

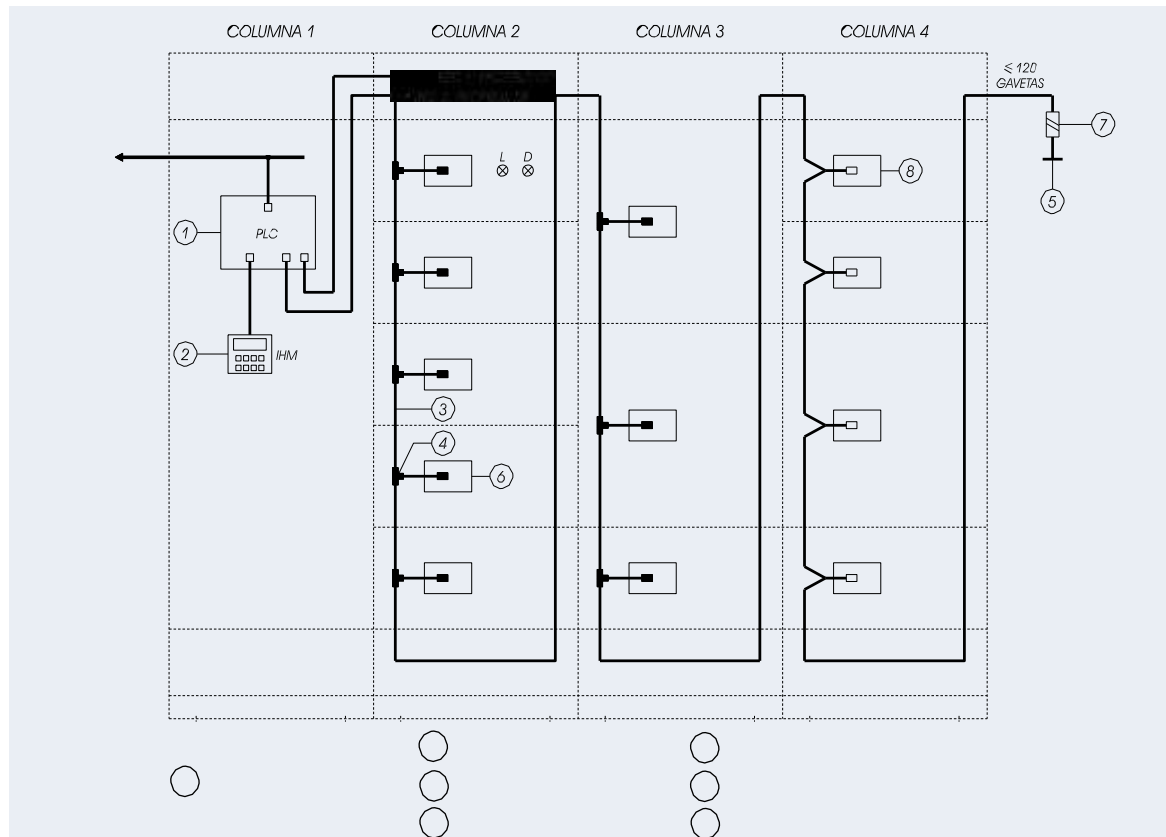
RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Fabricante del CCM cumpla con todos los requisitos de esta especificación, que sea un sistema completo, compatible en operación entre todas sus partes componentes, considerando las condiciones técnicas y ambientales descritas en esta especificación.

El fabricante debe controlar la calidad de cada una de las partes componentes del equipo y contar con los certificados correspondientes.

El fabricante debe tener preferentemente certificado de calidad ISO.

Figura 2. Grado de protección1 IEC 60529



VENTAJAS DE LA UTILIZACION DE CCM'S

- Confiabilidad para la continuidad del proceso;
- Seguridad del operador en la operación, supervisión y mantenimiento;
- Instalación en sitios centralizados para facilidad de operación y de mantenimiento;
- Versatilidad para mando y protección de gran número de motores;
- Elevada compactación, posibilitando el máximo aprovechamiento del espacio físico;
- Mantenimiento fácil y rápido, principalmente por la extracción de gavetas y su intercambiabilidad;
- Modularidad del sistema, permitiendo fácil ampliación;
- Recolocación de las gavetas que permite expansiones o modificaciones;
- Elevada seguridad, pues permite la ejecución de mantenimiento y otros servicios en determinado equipamiento sin desenergizar los demás.¹¹

¹¹ Centro de Control de Motores de Baja Tensión Convencionales Inteligentes WEG

VENTAJAS ADICIONALES DE LA UTILIZACIÓN DE CCM'S

Además de las ventajas descritas anteriormente, destacamos:

- Mayor confiabilidad en el sistema de protección;
- Eliminación de varios componentes de la gaveta como por ejemplo, contadores de hora y de maniobra, relé térmico de sobrecarga convencional, transformadores de corriente, etc;
- Reducción de cableado de mando;
- Reducción de cableado para el monitoreo, supervisión y control, pues utiliza cable de par tranzado;
- Monitoreo, supervisión y control remoto vía IHM, PLC o PC;
- Montaje del relé inteligente en vía DIN o tarjeta de montaje;
- Rehabilitación del relé a distancia reduciendo el tiempo de mantenimiento;
- Agilidad y precisión en la identificación de fallas;
- Automatización de los registros y de las estadísticas de defectos por gaveta;
- Red Profibus-DP normalizado mundialmente (no es red propietaria) o DeviceNet;
- Comunicación con otros PLC's en red de protocolo abierto.

Figura 3. Grado de protección 2 IEC 60529



ANTE POSIBLES FALLOS ELÉCTRICOS

Cuando se produce un corto circuito normalmente, esto genera una explosión lo cual conlleva la proyección de material incandescente y esto puede provocar un incendio en caso de estar cerca de material inflamable o producir lesiones si alguien ya sea un técnico u operario estuviese junto al ccm. Para evitar este tipo de riesgos los CCM deben cumplir con ensayos de arco según lo estipula la norma

IEC-61641. Esta indica que ante fallas de arco no se deben producir desprendimientos en la estructura del ccm.

Los ccm's deben al menos soportar la corriente de cortocircuito prevista por el cálculo en el lugar donde está instalado para evitar de esta manera su destrucción o daño ante una falla de cortocircuito que supere su capacidad.

Protección según el ambiente donde este vaya a ser montado así como la resistencia del mismo, este grado de protección según la norma europea IEC se lo conoce como grado IP, cuando se trata de la norteamericana se lo conoce como grado de protección NEMA (ver introducción SITEC).¹²

NORMATIVIDAD PARA CCM'S

La línea de CCM'S cumple con las normativas NBR IEC 60439-1, VDE 0660. P-5 y NRIO (Instalaciones y servicios en electricidad).

La comunicación de datos vía red Profibus-DP cumple con la normativa EN 50 170.¹³

¹² Catálogo CCM SIVACON SIEMENS.

¹³ Centro de Control de Motores de Baja Tensión Convensionales Inteligentes WEG

Capítulo 2. CONFIABILIDAD EN LOS CENTROS DE CONTROL DE MOTORES.

Desde hace algunos años en Ecopetrol se han venido ensayando estrategias o técnicas que permitan minimizar los tiempos dedicados al mantenimiento, a las paradas no programadas, la cantidad de repuestos en stock y/o utilizados, y en general, todas aquellas actividades implícitas que tienen como fin permitir que los recursos sujetos a mantenimientos continúen operando dentro de la calidad esperada. Es por esto, que en menos de 5 años se formó dentro del departamento de Mantenimiento un equipo interdisciplinario encargado de dar confiabilidad a los equipos más críticos.

2.1 Mantenimiento centrado en confiabilidad RCM

Como parte del seguimiento a la ejecución del mantenimiento proactivo y de las recomendaciones que se emiten a partir de las distintas técnicas de CBM para el área eléctrica de la SOM, se crea el plan de mtto según RCM se plantea en el PEM (plan estratégico de mantenimiento 2011-2012). Las estrategias se encuentran apuntando hacia una mejora de la confiabilidad de nuestros activos y por ende en la disponibilidad (menor diferida) y mantenibilidad (fácil de restaurar en caso de pérdida de funcionalidad ante fallas ocultas o externas). Esta estrategia demanda mucho esfuerzo en su ejecución pero representan la mejor oportunidad para garantizar la disponibilidad de los equipos en campo, traducida en la productividad de estos.

Las siguientes son las razones más disidentes que avalan ésta estrategia¹⁴:

- a. El tema económico sigue siendo el principal motivo de la aplicación de este tipo de mantenimiento. Los valores promedio de reducción de costo por ítem son los siguientes:
 - Costos asociados al mantenimiento – por debajo de 50%
 - Reducción de fallas no planeadas - 55%
 - Reparación del equipo y tiempos de puesta en marcha – menos de 60%
 - Reducción de costos por stock en bodega- 30%
 - Aumento de tiempo medio de funcionamiento de la maquinaria sin paradas - 30%
- b. Hay ventajas intangibles, como lo es:
 - Mejorar en las relaciones entre el personal de mantenimiento y de producción.
 - Mayor tranquilidad asociada a un trabajo programado y por consiguiente el incremento de la calidad de este o las eventuales tareas a realizar con urgencia durante un día normalmente no laborable.

¹⁴ Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, 2011

2.2. Confiabilidad asociada a las fallas

Existe una estrecha relación entre la confiabilidad de un equipo y su cantidad de fallas. Las fallas ocasionadas en los equipos no son uniformes a lo largo de su vida útil, de tal forma que se evidencian 3 periodos al inicio, al final y entre ellos que mantienen unas variaciones definidas. Éstos periodos con sus variaciones pueden ser graficadas de tal forma que se puede predecir el comportamiento de las fallas asociadas a un equipo. Ésta gráfica se llama curva de la bañera.

Los tres periodos son definidos como¹⁵:

- a) Etapa de fallos prematuras.
- b) Etapa de vida útil.
- c) Etapa de agotamiento

En la práctica, la confiabilidad puede apreciarse por el estado que guardan o el comportamiento que tienen cinco factores llamados universales y que se considera existe en todo recurso por conservar; estos factores son los siguientes:

- 1. Edad del equipo
- 2. Medio ambiente en donde opera.
- 3. Carga de trabajo.
- 4. Apariencia física.
- 5. Mediciones o pruebas de funcionamiento

2.3. Confiabilidad del CCM 2

Para nuestro caso, la confiabilidad actual del CCM 2 se puede verificar teniendo en cuenta el siguiente método¹⁶:

Después de realizar un comité con personas conocedoras de la operación y mantenimiento del equipo, se analiza y se discute acerca de la importancia relativa de cada uno de los factores universales anteriormente mencionados. Para esto se tiene la siguiente tabla:

Tabla 1 Jerarquización Factores Universales.

JERARQUIZACIÓN DE LOS FACTORES UNIVERSALES EN EL CCM 2

¹⁵ Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, 2011

¹⁶ Determinación de la Confiabilidad del equipo, 2011

FACTOR	% DE CONFIBILIDAD(INTENTOS EFECTUADOS)		
	1	2	3
EDAD DEL EQUIPO	25	20	20
MEDIO AMBIENTE	10	10	10
CARGA DE TRABAJO	5	5	5
APARIENCIA FÍSICA	20	25	25
MEDICIONES O PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	40	40	40
TOTAL	100	100	100

Se deben considerar los dos primeros factores, y se evalúa cuál de ellos es más importante para de éste modo compararlo con el tercero. El factor más importante entre éstos se compara con el cuarto factor y con ésta metodología se evalúa el quinto factor. La evaluación se debe hacer por consenso entre los conocedores de la operación y del mantenimiento.

Después de realizada la jerarquización, se les da a cada factor un peso de tal forma que su resultado del 100%. La idea es realizar la evaluación más de una vez para cada factor a fin de garantizar una evaluación confiable.

Se continúa con la evaluación por separado de cada uno de los factores de tal forma que se puedan derivar mediante subfactores para buscar el peso de cada factor, es decir, para que al multiplicar uno de estos subfactores por su factor, lo demerite de su valor original.

Para el análisis realizado al CCM 2 se llegó a la conclusión que el factor de mayor peso es el de pruebas y mediciones, ya que si las pruebas que se realicen al CCM 2 salen bien, se llegaría a una confiabilidad del 40%, pero si las pruebas no salieran bien, éste valor de confiabilidad empezaría a decrecer en función de la afectación realizada dentro de la evaluación a cada subfactor.

Para obtener los subfactores, es necesario determinar dentro de cada factor cuáles son las fallas que pueden afectar su evaluación, escogiendo las más importantes para darle s sus respectivos pesos¹⁷.

Al realizar la verificación par los cofactores de medición y pruebas de funcionamiento, aparecen tres requisitos que sobresalen dentro de las pruebas necesarias para la verificación de estado de operación correcta, los cuales son: el estado de aislamiento de acometidas y equipos, verificación de no existencia de puntos calientes y verificación de estado operativo de los equipos.

¹⁷ Determinación de la Confiabilidad del equipo, 2011

Tomando los puntos calientes como indicadores y verificando las condiciones óptimas, se procederá de acuerdo con el criterio del comité, a demeritar paso a paso el subfactor hasta obtener una tabla como la Tabla 2.

Tabla 2 Subfactores de mediciones y pruebas de funcionamiento.

FACTOR DE MEDICIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO		
SUBFACTOR	MEDICIONES	% DE CONFIABILIDAD
A	SIN PUNTOS CALIENTES	100=1.00
B	1-5 PUNTOS CALIENTES	75=0.75
C	5-10 PUNTOS CALIENTES	25=0.25
D	MÁS DE 10 PUNTOS CALIENTES	0=0.00

Analizando el segundo factor en orden de importancia y que resulta ser la Apariencia física, se evalúan: la suciedad del CCM, estado metalmecánico del CCM e instalación fuera de norma, de tal forma que se escoge como indicador el estado metalmecánico obteniéndose la Tabla 3:

Tabla 3. Subfactores de apariencia física.

FACTOR DE APARIENCIA FÍSICA		
SUBFACTOR	ESTADO METALMECÁNICO	% DE CONFIABILIDAD
A	SIN PARTES ENERGIZADAS EXPUESTAS	100=1.00
B	PARTES MÓVILES ATERRIZADAS	75=0.75
C	PARTES MÓVILES SIN ASEGURAR	25=0.25
D	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA INSTALDO	0=0.00

Para el tercer factor en orden de importancia el cual fue la edad del equipo, se tiene en cuenta la vida útil dada en clase para equipos y máquinas= 10 años. De aquí se obtiene la Tabla 4.

Tabla 4. Subfactores de edad.

FACTOR DE EDAD DEL EQUIPO

SUBFACTOR	EDAD EN AÑOS	% DE CONFIABILIDAD
A	0-10	100=1.00
B	10-12	75=0.75
C	12-14	25=0.25
D	MÁS DE 14	0=0.00

Continuando con la evaluación, se tiene el cuarto factor en orden de importancia el cual es el Medio Ambiente. De aquí se definen las posibles fallas de tal forma que se evalúan las variables polución, temperatura y humedad dentro del módulo CCM 2. Se determina que el más importante de éstos es la variable Temperatura arrojando la Tabla 5.

Tabla 5. Subfactores de medio ambiente.

FACTOR MEDIO AMBIENTE		
SUBFACTOR	TEMPERATURA EN EL MÓDULO CCM 2	% DE CONFIABILIDAD
A	0-25 °C	100=1.00
B	25-30 °C	75=0.75
C	30-35 °C	25=0.25
D	MÁS DE 35 °C	0=0.00

Por último, se tiene el factor Carga de Trabajo, de tal forma que se define el porcentaje de carga manejada por el CCM 2 en la Tabla 6.

Tabla 6 Subfactores de carga de trabajo.

FACTOR DE CARGA DE TRABAJO		
SUBFACTOR	% DE CARGA DEL CCM 2	% DE CONFIABILIDAD
A	100 O MENOS	100=1.00
B	110	75=0.75
C	115	25=0.25
D	MÁS DE 115	0=0.00

Ya habiendo realizado el análisis para los factores y subfactores, el siguiente paso es realizar una revisión en campo del CCM 2 teniendo en cuenta los subfactores. Es de aclarar que aunque éste método depende explícitamente de las apreciaciones de los miembros del comité, logra ser muy efectivo en el caso en que se escoja lo mejor posible dichos integrantes¹⁸. De aquí se obtiene la Tabla 7.

¹⁸ Determinación de la Confiabilidad del equipo, 2011

Tabla 7 Resultados de las condiciones encontradas.

FACTOR	VALOR	CONDICIONES ENCONTRADAS	SUBFACTOR	% CONFIABILIDAD
MEDICIONES O PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	40	8 PUNTOS CALIENTES	0.25	10.00
APARIENCIA FÍSICA	25	PUERTAS SIN CERRADURA	0.25	6.25
EDAD DEL EQUIPO	20	MÁS DE 20 AÑOS	0.00	0.00
MEDIO AMBIENTE	10	26 °C	0.75	7.50
CARGA DE TRABAJO	5	87 % DE CARGA	1.00	5.00
TOTAL				28.75

Por lo anterior se deduce que el CCM 2 tiene un confiabilidad del 28,75% y es evidente que el factor que más afecta éste porcentaje de confiabilidad son los puntos calientes encontrados durante las mediciones y pruebas de funcionamiento, por lo cual habría que evaluar la posibilidad de reparar las partes afectadas siempre que resulte económica ésta opción vs la compra del CCM 2 nuevo.

Teniendo en cuenta las posibilidades mencionadas, compra de un CCM nuevo vs reparación del CCM antiguo, se tiene la siguiente tabla:

Tabla 8 Comparación de confiabilidad entre transformadores

FACTOR	% CONFIABILIDAD		
	ACTUAL	CON REPARACIÓN	NUEVO EQUIPO
MEDICIONES O PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	10	40	40
APARIENCIA FÍSICA	6.25	18.75	25
EDAD DEL EQUIPO	0	0	20
MEDIO AMBIENTE	7.5	7.5	10
CARGA DE TRABAJO	5	5	5
	28.75	71.25	100

Por lo anterior es posible concluir al realizar la respectiva reparación al CCM antiguo, aunque mejora su confiabilidad, ésta no llega a igualar la respectiva que resulta de la compra de un equipo nuevo, ya que existe el factor de edad del equipo y el factor medio ambiente, los cuales no se pueden mejorar ya que esto no son consecuencia del estado del equipo. Sin embargo es necesario considerar los costos en que se incurren en las dos alternativas.

2.4 Algunos factores asociados a las dos alternativas

La escogencia entre una alternativa u otra en función de la confiabilidad, se vuelve algo compleja al encontrarse sesgada por la apreciación del grupo de expertos que analicen las alternativas. Sin embargo se mencionan algunas ventajas y desventajas que acarrea la una u otra y que serían las más tenidas en cuenta para su selección:

Tabla 9 Factores asociados a las dos alternativas (CCM nuevo vs CCM reparado)

FACTORES ASOCIADOS A LAS DOS ALTERNATIVAS	
COSTOS DE NO BOMBEO MIENTRAS SE REALIZA CADA REPARACIÓN.	DISMINUIRÍA EL TIEMPO Y LUEGO EL COSTO DE NO BOMBEO EN CUANTO SOLO SE DEJARIA DE BOMBLEAR CUANDO SE HICIERA LA MIGRACIÓN DE CARGAS.
MANO DE OBRA Y REPUESTOS POR CADA REPARACIÓN	COMPRA CCM NUEVO E INSTALACIÓN
CONTINUARÍA CON TECNOLOGÍA VIEJA	EQUIPO CON MAYOR RENDIMIENTO, MEJOR TECNOLOGÍA
CONTINUARÍA VENCIDA SU VIDA ÚTIL	SE TENDRÍA UNA NUEVA VIDA ÚTIL ASOCIADA AL EQUIPO DE MANERA QUE LA PROBABILIDAD DE FALLAS EN FUNCIÓN DE ÉSTA BAJARÍAN AÚN MÁS.

Capítulo 3. MARCO LEGAL

3.1 Marco legal RETIE

Se adiciona información referente a los numerales 17.9, 17.9.1, 17.9.1.1, 17.9.1.2, 17.9.2, 17.9.3, 17.9.4, 17.9.5 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas:

17.9 Tableros eléctricos.

Los tableros, también llamados cuadros, gabinetes, paneles, consolas o armarios eléctricos de baja y media tensión, principales, de distribución, de protección o de control que alojen elementos o aparatos de potencia eléctrica de 24 V o más o sean de uso exclusivo para este propósito, usados en las instalaciones objeto del presente reglamento, deben cumplir los siguientes requisitos:¹⁹

17.9.1 Tableros de baja tensión

Para baja tensión son adaptados de las normas UL 67, UL 508, NTC 3475, NTC 3278, NTCIEC 60439- 3, NTC 2050, y su cumplimiento será comprobado mediante Certificado de Conformidad.

- a) Tanto el cofre como la tapa de un tablero general de acometidas auto soportado (tipo armario), deben ser construidos en lámina de acero, cuyo espesor y acabado debe resistir los esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos, así como los efectos de la humedad y la corrosión, verificados mediante pruebas bajo condiciones de rayado en ambiente salino, durante al menos 400 horas, sin que la progresión de la corrosión en la raya sea mayor a 2 mm. El tablero puede tener instrumentos de medida de corriente para cada una de las fases, de tensión entre fases o entre fase y neutro (con o sin selector), así como lámparas de indicación de funcionamiento del sistema (normal o emergencia).
- b) El tablero de distribución, es decir, el gabinete o panel de empotrar o sobreponer, accesible solo desde el frente; debe construirse en lámina de acero de espesor mínimo 0,9 mm para tableros hasta de 12 circuitos y en lámina de acero de espesor mínimo 1,2 mm para tableros desde 13 hasta 42 circuitos.
- c) Los encerramientos de estos tableros deben resistir los efectos de la humedad y la corrosión, verificados mediante pruebas bajo condiciones de rayado en ambiente salino, durante al menos 400 horas, sin que la progresión de la corrosión en la raya sea mayor a 2 mm, conforme a la NTC 1156 o la ASTM 117.
- d) Se admite la construcción de encerramientos plásticos o una combinación metal-plástico para los tableros de distribución, siempre que sean auto extingüibles (soportar la prueba del hilo a 650 °C durante 30 segundos) sin sostener la llama cuando se retire el hilo.
- e) Los tableros deben ser resistentes al impacto contra choques mecánicos mínimo grado IK 05 y tener un grado de protección contra sólidos no

¹⁹ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE actualización 2009

mayores de 12,5 mm, líquidos de acuerdo al lugar de operación y contacto directo, mínimo IP 2XC o su equivalente NEMA.

- f) Se permiten conexiones en tableros mediante el sistema de peine, tanto para la parte de potencia como para la de control, siempre y cuando los conductores y aislamientos cumplan con los requisitos establecidos en el numeral 17.9.2. del presente Artículo.
- g) Los compuestos químicos utilizados en la elaboración de las pinturas para aplicarse en los tableros, no deben contener TGIC (Isocianurato de Triglicidilo).
- h) Todo tablero debe tener su respectivo diagrama unifilar actualizado.²⁰

17.9.1.1 Partes conductoras de corriente de tableros de baja tensión.

Las partes conductoras de los tableros deberán cumplir los siguientes requisitos:

- a) Toda parte conductora de corriente debe ser rígida y construida en plata, una aleación de plata, cobre, aleación de cobre, aluminio, u otro metal que se haya comprobado útil para esta aplicación. No se debe utilizar el hierro o el acero en una parte que debe conducir corriente.
- b) Para asegurar los conectores a presión y los barrajes se deben utilizar tornillos de acero, tuercas y clavijas de conexión. El cobre y el latón no son aceptables para recubrir tornillos de soporte, tuercas y terminales de clavija de conexión, pero se acepta un revestimiento de cadmio, cinc, estaño o plata. Todo terminal debe llevar tornillos de soporte de acero en conexión con una placa terminal no ferrosa.
- c) La capacidad de corriente de los barrajes de fase no debe ser menor que la proyectada para los conductores del alimentador del tablero. Todos los barrajes, incluido el del neutro y el de tierra se deben montar sobre aisladores.
- d) La disposición de las fases de los barrajes en los tableros trifásicos, debe ser A, B, C, tomada desde el frente hasta la parte posterior; de la parte superior a la inferior, o de izquierda a derecha, vista desde el frente del tablero.
- e) Todas las partes externas del panel deben ser puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se deben identificar con el símbolo de puesta a tierra.
- f) Todos los elementos internos que soportan equipos eléctricos deben estar en condiciones de resistir los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de falla del sistema. Las dimensiones, encerramientos y barreras deben permitir espacio suficiente para alojamiento de los terminales y curvaturas de los cables.
- g) Las partes fabricadas con materiales aislantes serán resistentes al calor, al fuego y a la aparición de caminos de fuga. La puerta o barrera que cubre los interruptores automáticos debe permitir su desmonte

²⁰ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE actualización 2009

dejando puntos eléctricos al alcance (contacto directo) solamente mediante el uso de una herramienta.²¹

17.9.1.2 Terminales de alambrado de tableros de baja tensión

Los terminales de alambrado de los tableros deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) Un terminal, tal como un conector de alambre a presión o un tornillo de sujeción, debe encargarse de la conexión de cada conductor diseñado para instalarse en el tablero en campo y debe ser del mismo tipo al utilizado durante los ensayos de cortocircuito.
- b) Cada circuito de derivación debe disponer de un terminal de salida para la conexión de los conductores de neutro o tierra requeridos.
- c) El fabricante debe indicar las características físicas, eléctricas y mecánicas correspondientes del tablero de acuerdo con el uso recomendado.
- d) Debe indicarse la tensión de trabajo del tablero y la capacidad de corriente de los barrajes de las fases, el neutro y la tierra.
- e) Debe proveerse un barraje aislado para los conductores neutros del circuito alimentador y los circuitos derivados.
- f) No se permite la unión de varios terminales eléctricos mediante cable o alambres para simular barrajes en aplicaciones tanto de fuerza como de control. Sin embargo, para el caso de circuitos de control estas conexiones equipotenciales se podrán lograr mediante barrajes del tipo “peine”.
- g) El tablero debe tener un barraje para conexión a tierra del alimentador, con suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.
- h) La instalación del tablero debe tener en cuenta el código de colores establecido en el presente Reglamento e identificar cada uno de los circuitos.²²

17.9.2 Celdas de media tensión.

Las celdas de media tensión, también denominadas cuadros, paneles, consolas o armarios, deben cumplir los requisitos de una norma técnica internacional, tal como IEC 62271-1, IEC 62271-200, de reconocimiento internacional como la UL 347, ANSI- IEEE C37 o NTC que le aplique y demostrarlo mediante un certificado de conformidad de producto:

17.9.3 Rotulado e Instructivos de tableros.

Un tablero de baja tensión o celda de media tensión debe tener adherida de manera clara, permanente y visible, por lo menos la siguiente información:

Tensión (es) nominal(es) de operación.

²¹ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE actualización 2009

²² Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE actualización 2009

Corriente nominal de operación.
Numero de fases.
Numero de hilos (incluyendo tierras y neutros).
Razón social o marca registrada del fabricante, comercializador o importador.
El símbolo de riesgo eléctrico.
Cuadro para identificar los circuitos.

17.9.4 Información Adicional.

El fabricante de tableros y celdas debe poner a disposición del usuario, mínimo la siguiente información:

- a) Grado de protección o tipo de encerramiento.
- b) Diagrama unifilar del tablero.
- c) El tipo de ambiente para el que fue diseñado en caso de ser especial (corrosivo, intemperie o áreas explosivas).
- d) Rotulado para la identificación de los circuitos individuales.
- e) Instrucciones para instalación, operación y mantenimiento.
- f) Todo tablero debe indicar, de forma visible, la posición que deben tener las palancas de accionamiento de los interruptores, al cerrar o abrir el circuito.²³

17.9.5 Certificación de tableros de BT y celdas de MT.

Para efectos de la certificación de los tableros de BT y celdas de MT deben verificar mediante pruebas por lo menos los siguientes parámetros:

Grados de protección IP no menor a 2XC (o su equivalente NEMA) e IK declarados.
Incremento de temperatura.
Propiedades dieléctricas.
Distancias de aislamiento y fuga.
Valores de cortocircuito.
Efectividad del circuito de protección.
Comprobación del funcionamiento mecánico de sistemas de bloqueo, puertas, cerraduras u otros elementos destinados a ser operados durante el uso normal del tablero
Resistencia a la corrosión del encerramiento.
Resistencia al calor anormal y al fuego de los elementos aislantes.
Medidas de protección contra el contacto directo (barreras, señales de advertencia, etc.).
Los demás requisitos exigidos en el presente reglamento.

El fabricante o comercializador de los tableros de fabricación única, podrá reemplazar el certificado de tercera parte, por la declaración de fabricante, teniendo en cuenta los requisitos de la norma ISO-IEC/NTC 17050. Para aplicar esta

²³ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE actualización 2009

condición debe utilizar productos de calidad debidamente certificada con los requisitos establecidos en este reglamento, e incluir dentro de sus protocolos de ensayos la información y pruebas necesarias para la verificación de los parámetros y requisitos aquí establecidos.

La declaración del fabricante, deberá ser validada y suscrita por un ingeniero electricista o electromecánico con matrícula profesional vigente. Esta condición debe ser revisada por el inspector de la instalación y dejara constancia de esto en el dictamen de inspección.

3.2 Regulación ambiental para los CCM's

Deben llevarse los requisitos de cumplimiento de la IEC 61439, la cual estipula ser un producto calificado en cuanto a los aspectos de operatividad, seguridad y garantía técnica del equipo y materiales que lo constituyen.

A continuación se detallan las pruebas a las que se deben someter y aprobar los gabinetes de los CCM's, según la IEC 61439 y también la IEC TR 61641²⁴

IEC 61439-1 • IEC 61439-2		
Elemento • Iten	Sub elemento • Sub Iten	Prueba • Ensaio
10.2		Verificación de la resistencia de los materiales y piezas <i>Verificação da resistência aos materiais e peças</i>
	10.2.2.2	Resistencia a la corrosión - Severidad A • <i>Resistência a corrosão - Severidade A</i>
	10.2.3.2	Resistencia de los materiales aislantes al calor normal <i>Resistência aos materiais isolantes ao calor normal</i>
	10.2.3.3	Resistencia de los materiales aislantes al calor anormal <i>Resistência aos materiais isolantes ao calor anormal</i>
	10.2.5	Prueba de suspensión • <i>Ensaio de suspensão</i>
10.3		Verificación del grado de protección • <i>Verificação ao grau de proteção</i>
10.4		Verificación de las distancias de aislamiento • <i>Verificação das distâncias de isolamento</i>
10.5		Prueba de protección contra choques eléctricos e integridad del circuito de protección. <i>Ensaio de proteção contra choques elétricos e integridade do circuito de proteção</i>
	10.5.2	Prueba de efectividad de la continuidad del sistema de puesta a tierra del circuito de protección <i>Ensaio de efetividade da continuidade do sistema de aterramento ao circuito de proteção</i>
	10.5.3	Prueba de cortocircuito en el circuito de protección <i>Ensaio de curto circuito no circuito de proteção</i>
10.9		Pruebas de propiedades dieléctricas • <i>Ensaio de propriedades dielétricas</i>
	10.9.2	Prueba de tensión a frecuencia industrial • <i>Ensaio de tensão a frequência industrial</i>
	10.9.3	Prueba de impulso atmosférica • <i>Ensaio de impulso atmosférica</i>
10.10		Prueba de elevación de temperatura • <i>Ensaio de elevação de temperatura</i>
	10.10.2.3.7	Prueba de temperatura en conjunto completo, barra general y barra de distribución <i>Ensaio de temperatura em conjunto completo, barramento geral e barramento de distribuição</i>
10.11		Prueba de cortocircuito • <i>Ensaio de curto circuito</i>
	10.11.5	Verificación de resistencia al corto por prueba • <i>Verificação de resistência ao curto por ensaio</i>
10.13		Pruebas mecánicas • <i>Ensaio mecânicos</i>

²⁴ Schneider Electric - Blokset – Mayo 2009

IEC TR 61641	
Cráterios probados	Clasificación del panel
Cráterio nº 1 - inexistencia de apertura de puertas, tapas o cubiertas del CONJUNTO. Cráterio nº 1 - não haver a abertura de portas, tampas ou coberturas do CONJUNTO	Protección de personas • <i>Proteção de pessoas</i>
Cráterio nº 2 - inexistencia de lanzamiento a distancia de piezas del CONJUNTO que puedan causar peligro (esto incluye grandes piezas o aquellas que contengan puntas o bordes cortantes, como por ejemplo ventanas de inspección, dispositivos de alivio de sobrepresión, placas de cubierta, etc.). Cráterio nº 2 - não haver o arremesso à distância de partes do CONJUNTO que possam causar perigo (isto inclui grandes partes ou aquelas que tenham pontas ou bordas cortantes, como por exemplo, janelas de inspeção, dispositivos de alívio de sobrepressão, placas de cobertura, etc.).	Protección de personas • <i>Proteção de pessoas</i>
Cráterio nº 3 - inexistencia de perforaciones en las paredes de libre acceso del CONJUNTO. Cráterio nº 3 - não haver perfurações nas paredes de livre acesso do CONJUNTO.	Protección de personas • <i>Proteção de pessoas</i>
Cráterio nº 4 - inexistencia de quema de los indicadores instalados verticalmente (indicadores incendiados por la quema de pinturas o adhesivos se excluyen de esta valoración). Cráterio nº 4 - não haver queima dos indicadores instalados verticalmente (indicadores incendiados pela queima de tintas ou adesivos estão excluídos desta avaliação).	Protección de personas • <i>Proteção de pessoas</i>
Cráterio nº 5 - permanencia de la efectividad del circuito de protección (puesta a tierra) de las partes accesibles del CONJUNTO. Cráterio nº 5 - permanecer a efetividade do circuito de proteção (aterramento) das partes acessíveis do CONJUNTO.	Protección de personas • <i>Proteção de pessoas</i>
Cráterio nº 6 - existencia de la contención del arco en el "área definida" donde se inicie e inexistencia de propagación a otras áreas del panel. Cráterio nº 6 - haver o confinamento do arco na "área definida" onde ele se iniciar e não haver a propagação para outras áreas do painel.	Protección de personas y del CONJUNTO. <i>Proteção de pessoas e do CONJUNTO.</i>
Cráterio nº 7 - permitir la operación de emergencia de las áreas del CONJUNTO donde no ha ocurrido el arco, después de que se haya interrumpido la falta y después de que se hayan aislado o desmontado las "unidades funcionales" afectadas pertenecientes al "área definida" donde se dio el arco. Cráterio nº 7 - permitir a operação de emergência das áreas do CONJUNTO onde não ocorreu o arco, após a falta ter sido interrompida e após ter sido feito o isolamento ou a desmontagem das "unidades funcionais" afetadas pertencentes à "área definida" onde o arco ocorreu.	Protección de personas y del CONJUNTO con operación posterior limitada. <i>Proteção de pessoas e do CONJUNTO com operação posterior limitada.</i>

Requisitos de la IEC 60439-1

Concepto TTA: Con origen en la IEC 439-1 este concepto define las reglas del proyecto y fabricación de un Tablero de Baja Tensión.²⁵

¿Qué es un Tablero TTA?

La IEC 60439-1 dice: "Tablero de Baja Tensión en conformidad con un tipo o sistema establecido, sin desvíos que influyeran significativamente el desempeño en relación al tablero típico probado y que esté en conformidad con esta norma."

¿Qué es un Tablero PTTA?

La IEC 60439-1 dice: "Tablero de Baja Tensión con dispositivos con ensayo tipo y dispositivos sin ensayo de tipo, desde que el último sea derivado (por ejemplo, por cálculos o extrapolaciones) de dispositivos con ensayos de tipo que pasaran en los ensayos correspondientes."

¿Existe fabricante de Tableros solamente PTTA?

Por la definición de la norma, un Tablero PTTA es derivada de un TTA.

²⁵ Schneider Electric - Blokset – Mayo 2009

- El fabricante debe tener los ensayos tipo (realizados) para hacer extrapolaciones en su producto.
- Requisito Principal IEC 60439-1
- Los 7 ensayos de tipo deben ser de iniciativa del fabricante

Los 7 Ensayos de Tipo:

- Incremento de Temperatura
- Propiedades Dieléctricas
- Corriente Soportable de Corto-circuito
- Eficiencia del Circuito de Protección
- Distancias de Aislamiento y Fuga
- Funcionamiento Mecánico
- Grado de Protección

Que debe constar en los reportes de ensayo y ofertas?

- Identificación del laboratorio, fabricante y tablero ensayado.
- Características principales del tablero.
- Normas aplicadas.
- Resultados de los ensayos.
- Documentos (registros, planos, fotos, etc.

Los 4 Ensayos de Rutina:

- Verificación de cableado y operación eléctrica.
- Ensayo dieléctrico.
- Verificación de la protección y continuidad eléctrica del circuito de protección.
- Verificación de la resistencia de aislamiento.

Grado de Protección bajo la IEC 60529

Especificación:

- 1º dígito: Protección al ingreso de cuerpos sólidos
- 2º dígito: Protección a la penetración de líquidos ²⁶

²⁶ Schneider Electric - Blokset – Mayo 2009

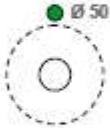





Presentación de los impactos ambientales del producto

Indicadores	Unidad	Para un Tablero			
		S = F+D+U	F	D	U
Agotamiento de materias primas	Y-1	2,3E-12	2,28E-12	8,23E-16	1,52E-14
Agotamiento recurso hídrico	dm3	12363	9707,2	79,83	2575,80
Calentamiento global	g-CO2	2031400	936400	40445	1054600
Deterioro capa de ozono	g-CFC-11	0,28	0,127	0,02	0,1328
Smog fotoquímico	g-C2H4	1553,69	1192,9	35,84	324,89
Acidificación del aire	g-H+	454,04	211,55	6,710	235,78
Generación de residuos peligrosos	Kg	34,98	14,96	0,024	19,99

Para reflejar un minimización de impactos en alguna de las fases, se han optimizado los parámetros ambientales en la etapa de diseño, desde casa matriz (FRANCIA).

● Grado de Protección bajo la IEC 60529

Cuerpos sólidos (IPXX)

0	Sin protección	
1	 Ø 50 mm protegido cuenta cuerpos sólidos superiores a 50 mm	 Ø 1 mm protegido cuenta corpos sólidos superiores a 1 mm
2	 Ø 12,5 mm protegido cuenta cuerpos sólidos Superiores a 12,5 mm	 protegido cuenta polvo
3	 Ø 2,5 mm protegido cuenta cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm	 totalmente protegido cuenta polvo

- Grado de Protección bajo la IEC 60529

Protección cuenta líquidos (IPXX)

0	Sin protección	4		protegido cuenta proyecciones de agua por todos los sentidos
1		5		protegido cuenta yactos de agua todos sentidos
2		6		protegido cuenta a proyección de olas de agua
3		7		protegido cuenta inmersión

Capítulo 4. ANALISIS DE CRITERIOS PARA LA TOMA DE DECISION

Así como los instrumentos del tablero del auto nos indican velocidad, temperatura del motor, nivel del combustible y demás, a través de indicadores financieros nos podremos llenar de razones para tener criterios de decisión al momento de evaluar cualquier inversión.

Las razones nos permiten ver de diferentes ángulos que tan bien o que tan mal puede ser rentable la inversión a realizar. Por ello, a continuación detallamos tres indicadores, que nos darán un criterio para saber qué tan rentable o no puede ser la inversión que estamos evaluando.

4.1 Indicador VPN

Este criterio plantea que el proyecto debe aceptarse si su valor presente neto (VPN) es igual o superior a cero, donde el VPN es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual.

El VPN compara a todos los ingresos y egresos del proyecto en un solo momento del tiempo. Por convención se acepta que este sea el momento cero.

El criterio para la toma de decisión utilizando el indicador VPN es:

- a. Si $VPN > 0 = \text{cero}$, El proyecto se acepta. El rendimiento obtenido por el proyecto es mayor que el costo de oportunidad.
- b. Si $VPN = \text{cero}$, La alternativa es indiferente. La tasa de interés ganada es igual al costo de oportunidad.
- c. Si $VPN < \text{cero}$, El proyecto se rechaza. La alternativa es económicamente inconveniente.

4.2 Indicador tasa interna de retorno - TIR

El criterio de la Tasa Interna de Retorno, evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual.

Dicho de otra forma, es la tasa de interés que iguala el valor presente de ingresos al valor presente de egresos.

El criterio para la toma de decisión utilizando el indicador TIR es:

- d. $TIR > i$ (WACC), El proyecto se acepta.
- e. $TIR = i$ (WACC), Situación de indiferencia.
- f. $TIR < i$ (WACC), El proyecto se rechaza.

4.3 Relación beneficio/costo

Es un índice que se utiliza para medir la bondad de los proyectos, especialmente para la evaluación socioeconómica de proyectos.

Es comparar en un mismo momento del tiempo, los costos de una inversión contra sus beneficios esperados para determinar su viabilidad financiera, como ayuda para la toma de decisiones de inversión. Es un número adimensional.

El criterio para la toma de decisión utilizando el indicador B/C es:

- a. Si la relación $B/C > 1$, El proyecto se acepta. Es un proyecto bueno, ya que los ingresos son superiores a los costos.
- b. Si la relación $B/C = 1$, El proyecto sería indiferente, ya que los ingresos serían igual a los costos.
- c. Si la relación $B/C < 1$, El proyecto se rechaza. El proyecto no debería llevarse a cabo, ya que los costos superan a los ingresos o beneficios que arroja el proyecto.

Capítulo 5. LA EVALUACION FINANCIERA

La evaluación financiera para el proyecto que busca remplazar el CCM2 de la estación suerte en el campo provincia, perteneciente a la superintendencia de Operaciones de mares (SOM) de Ecopetrol S.A., está basada en la teoría de la evaluación financiera clásica de proyectos de inversión, que tiene en cuenta el valor del dinero en el tiempo, y determina una serie de indicadores para la toma de decisión en términos de su viabilidad financiera.

Para ello, hemos recopilado y analizado los antecedentes económicos que nos permitan juzgar en forma cualitativa y cuantitativa las ventajas y desventajas de asignar recursos a una determinada alternativa de inversión. Este capítulo presenta la evaluación financiera del proyecto a partir de las inversiones, costos e ingresos de dos propuestas de inversión distribuidos en un flujo de caja a través del tiempo, con el fin de definir unos indicadores VPN y TIR, adicional a un indicador de beneficio-costos que sirvan para la toma de decisiones con respecto al proyecto base. Teniendo como premisa, la actualización tecnológica que motiva hacer los remplazos necesarios para mejorar la eficiencia en los procesos con lo cual se busca disminuir las pérdidas actuales.

5.1. Flujo de caja del proyecto

La metodología utilizada para la evaluación financiera del presente proyecto consiste en elaborar el flujo de caja para cada situación particular y compararlos con el flujo de caja base, es decir, sin la realización del proyecto²⁷.

En resumen, la situación se ha establecido para evaluar de la siguiente manera:

- a. Evaluación financiera de la situación base, es decir, con CCM antiguo, operando con las condiciones actuales y donde se están produciendo costos elevados por altas pérdidas, altos mantenimientos y altos impactos ambientales.
- b. Evaluación financiera de la situación con el CCM2 nuevo, enfatizado en el cambio tecnológico.
- c. Evaluación financiera de la situación con el cambio o reposición de equipos de manera individual, buscando cierta economía.
- d. Básicamente con esta metodología se busca calcular un flujo de caja sin realizar el proyecto (Caso a - flujo de caja del caso base) y también calcular otros flujos de caja con proyecto (Casos b y c), con estas evaluaciones se busca evaluar el VPN y la TIR que arroje cada evaluación, el flujo de caja relevante para la evaluación será dado por la diferencia entre los flujos esperados “sin el proyecto” y los flujos esperados “con el proyecto” que arroje

²⁷ Ecopetrol. Guía de evaluación financiera de proyectos. (2008)

los indicadores VPN y TIR mayores o iguales a cero con lo cual el proyecto se acepta, en caso contrario se rechaza.

- e. Se establece para el cálculo de los VPN (valores presentes netos) de los flujos de caja, trabajar con una tasa de descuento (WACC) del 12.55%²⁸ fundamentada en los estudios financieros internos que maneja Ecopetrol SA.

5.1.1 Flujo de Caja del caso base. Se crea el Flujo de caja Base teniendo en cuenta los factores que más causan pérdidas o gastos y que de cierta forma apalancarían alguna de las dos alternativas de mejora.

En primer lugar se tienen las pérdidas por disponibilidad y confiabilidad, las cuales basados en los estadísticos de fallas asociadas al CCM 2 se logra identificar de manera monetaria. En segundo lugar aparecen los costos de mantenimiento, los cuales por medio del software Ellipse de Ecopetrol se logran descargar los costos promedio en mano de obra asociados al CCM 2. Por último, se tienen los costos ambientales, los cuales en un principio se representan por medio de costos asociados a compensaciones ambientales en las cuales se incurre cuando uno de estos equipos en específico que contiene el CCM2 sale de servicio.

Pérdidas Por Disponibilidad y Confiabilidad

Las pérdidas de Producción por baja disponibilidad y confiabilidad de los equipos son calculadas mediante el estadístico de fallas de Ecopetrol-Provincia, de tal manera que cuando algún equipo en específico sale de operación, éste a su vez tiene asociadas unas pérdidas por no producción.

Para el análisis se promedió el tiempo de paradas durante un año de tal forma que se obtuvo un tiempo de 6 hrs por mes y un total de 3 días por año de pérdida de producción por fallas dentro del CCM 2.

Según la Tabla 10, se puede observar la importancia que tiene cada carga en la producción y las pérdidas en pesos asociadas a la no producción:

²⁸ Ecopetrol. Mejoramiento de los sistemas de distribución de potencia eléctrica de la GRB. (2009)

Tabla 10 Pérdidas por Disponibilidad y Confiabilidad

CARGA	DESCRIPCIÓN	IMPORTANCIA EN LA PRODUCCIÓN	PÉRDIDAS POR EL PROCESO	NÚMERO DE FALLAS OCURRIDAS POR AÑO
BOMBA BOSTER	DEMORA EN TIEMPO DE BOMBEO	10%	\$ 79,398,000	33
BOMBA OLEODUCTO 1 Y 2	NO BOMBEO	20%	\$ 158,796,000	25
BOMBA CARGUE ACEITE MAQ 16 Y 17 LP	GAS QUE NO SE COMPRIME AL POZO	5%	\$ 39,699,000	3
BOMBA SUMINISTRO	GAS QUE NO SE COMPRIME AL POZO	5%	\$ 39,699,000	4
BOMBA LACT UNIT 1 Y 2	NO BOMBEO bza	20%	\$ 158,796,000	31
BOMBA PRUEBA DE MEDIDORES	FISCALIZACION Y MEDIDA	20%	\$ 158,796,000	9
BOMBAS DE INYECCIÓN DE AGUA A TRATADORES	ESPECIFICACIONES DE CRUDO	20%	\$ 158,796,000	5
	TOTAL	100%	\$ 793,980,000	110

Debido a que el tiempo de operación del CCM 2 supera los 20 años de uso, y teniendo en cuenta la vida útil para éstos equipos y el diagrama de curva de la bañera, la probabilidad de ocurrencia de las fallas es alta, por lo cual se considera casi constante a través de los años e igual al valor del total de pérdida de Producción enunciado en la Tabla 10 más el IPC. Se debe aclarar que éstas pérdidas en producción y reflejadas en dinero son causadas por mantenimientos inmediatos (fallas de los equipos) y no por mantenimientos rutinarios, pues éste factor no es diferenciador para el análisis financiero. Se parte del supuesto y la alta probabilidad de que los mantenimiento rutinarios no permitan que haya fallas inmediatas con el mantenimiento proactivo.

Para el análisis financiero con remplazo parcial de equipos, se tiene que según el análisis de confiabilidad realizado, la confiabilidad del CCM 2 aumentaría a 71.25%. Teniendo en cuenta que la confiabilidad sin proyecto se encuentra en 28.75%, la confiabilidad aumentaría aproximadamente un 40% más e inversamente las pérdidas por disponibilidad y confiabilidad disminuirían un 40%, obteniéndose el valor de \$317.592.000 asociado a las menores pérdidas.

Costos de Mantenimiento

Para los costos asociados al mantenimiento del CCM2 por fallas no programadas se tiene en cuenta únicamente la mano de obra por ocasión de trabajo del contratista para dejar de nuevo en línea el equipo. Para definir dicho valor se tuvo en cuenta el costo promedio de los mantenimientos ejecutados al CCM2 y que se encuentran dentro del software Ellipse de Ecopetrol en el costeo de Órdenes de Trabajo. De allí se obtuvo que en promedio dicho valor sea de \$ 50,000 Mcte por hora. Teniendo en cuenta que se asumirán 3 días o su equivalente, 72 horas anuales, se tiene que anualmente los costos promedio de mano de obra por mantenimientos no programados es de \$ 3,600,000 Mcte. Los costos asociados a los mantenimientos rutinarios no son tenidos en cuenta debido a que no son costos diferenciadores, es decir, las rutinas de mantenimiento se seguirán realizando con la misma periodicidad y el mismo recurso ya sea con proyecto o sin proyecto.

De igual manera como se realizó el análisis para las pérdidas por disponibilidad y confiabilidad para el análisis financiero con remplazo parcial de equipos, se tiene una disminución de un 40% para los costos de mantenimiento, obteniéndose el valor de \$1.440.000 asociado a menores mantenimientos.

Costos Ambientales

Debido a las fallas en las bombas del CPI, y de la Drum Tea, se asocian incidentes ambientales de tal forma que se ven involucradas compensaciones ambientales representadas sanciones monetarias para Ecopetrol. En la Tabla 11 se muestran dichas sanciones:

Tabla 11 Costos ambientales

CARGA	DESCRIPCIÓN	PÉRDIDAS POR EL PROCESO
BOMBA CPI 1 Y 2	AMBIENTAL RESIDUOS	\$ 25,000,000
BOMBA DRUM TEA 1 Y 2	AMBIENTAL QUEMA	\$ 15,000,000
	TOTAL	\$ 40,000,000

Para el análisis financiero con remplazo parcial de equipos, se tiene que los costos ambientales se reducen en una 40%, obteniéndose así el valor de \$16.000.000 asociado a menores costos ambientales.

En la siguiente tabla se muestra el flujo de caja base del proyecto. El VPN encontrado es de - **\$4,090,722,826 Mcte.**

Tabla 12 Flujo de Caja

Concepto	FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos											
1 Ingresos por servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 Venta de Activo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 Total Ingresos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Egresos											
4 Costos y Gastos Variables	793,980,000	862,707,400	888,588,622	915,246,281	942,703,669	970,984,779	1,000,114,323	1,030,117,752	1,061,021,285	1,092,851,923	1,125,637,481
5 Costos y Gastos Fijos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 Depreciación y Amortización	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 Valor en Libros Activos Vendidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 Total Egresos (4)+(5)+(6)+(7)	793,980,000	862,707,400	888,588,622	915,246,281	942,703,669	970,984,779	1,000,114,323	1,030,117,752	1,061,021,285	1,092,851,923	1,125,637,481
9 Utilidad Operativa (U.A.I.I.) (3)-(8)	-793,980,000	-862,707,400	-888,588,622	-915,246,281	-942,703,669	-970,984,779	-1,000,114,323	-1,030,117,752	-1,061,021,285	-1,092,851,923	-1,125,637,481
10 (-) Pago de Intereses Prestamo bancario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 Utilidad Antes de Impuestos (U.A.I.) (9)-(10)	-793,980,000	-862,707,400	-888,588,622	-915,246,281	-942,703,669	-970,984,779	-1,000,114,323	-1,030,117,752	-1,061,021,285	-1,092,851,923	-1,125,637,481
12 (-) Impuesto Renta	-262,013,400	-284,693,442	-293,234,245	-302,031,273	-311,092,211	-320,424,977	-330,037,726	-339,938,858	-350,137,024	-360,641,135	-371,480,369
13 Utilidad Neta (11)-(12)	-531,966,600	-578,013,958	-595,354,377	-613,215,008	-631,611,458	-650,559,802	-670,076,596	-690,178,894	-710,884,261	-732,210,789	-754,177,112
Ajustes Contables											
14 (+) Depreciaciones y Amortización (6)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 (+) Valor en Libros Activos Vendidos (7)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 (-) Inversiones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17 Maquinaria y equipo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18 Edificaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19 Capital de Trabajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 Software	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 Gastos Preoperativos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 Total Inversiones (17)+(18)+...+(21)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 (+) Ingresos por Recursos de Creditos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 (+) Recuperacion de Capital de Trabajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25 (+) Valor de Desecho por Ventas de Activos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26 (+) abono a capital prestamo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo Neto de Caja	-531,966,600	-578,013,958	-595,354,377	-613,215,008	-631,611,458	-650,559,802	-670,076,596	-690,178,894	-710,884,261	-732,210,789	-754,177,112
(13)+(14)+(15)+(22)+(23)+(24)+(35)-(26)	-531,966,600	-578,013,958	-595,354,377	-613,215,008	-631,611,458	-650,559,802	-670,076,596	-690,178,894	-710,884,261	-732,210,789	-754,177,112
VALOR PRESENTE NETO	-4,090,722,826										

5.1.2. Flujo de Caja del caso con CCM2. Para el flujo de caja cambiando el CCM2 nuevo, se han tenido en cuenta los datos anteriores como son: las perdidas, los mantenimientos y el impacto ambiental a diferencia del primer flujo no como un costo (operando en las condiciones base), sino como una variable de ingreso, ya que debido a la actualización y cambio de la tecnología las condiciones en vez de ser adversas se vuelven favorables generando unas variables económicas a favor del proyecto que se visualizan en un escenario más favorable para el flujo de caja del proyecto.

Se ha procedido a la elaboración de un presupuesto de obra, que constituye la ingeniería de detalle para la instalación eléctrica del nuevo CCM2, ello conlleva obras civiles, obra eléctrica, un sistema de aire acondicionado central y un sistema de contraincendios, todo esto, para la implementación de la nueva tecnología. El presupuesto de obra nos lleva a identificar que la inversión fija estará enfocada en un gran porcentaje en maquinaria y equipos, y la otra parte estará asignada a la nueva edificación.

De acuerdo a la evaluación financiera con un CCM2 nuevo, operando en el proyecto debemos recalcar los siguientes puntos:

1. La evaluación técnico-económica para reemplazar el CCM2 de la Estación Suerte en el campo provincia perteneciente a la SOM de Ecopetrol no requiere ningún financiamiento bancario.
2. Por ser un proyecto que involucra la actualización del recurso tecnológico, ello conlleva un beneficio tributario, que se refleja en una mayor Caja.

3. De acuerdo a los indicadores VPN y TIR mayores a cero, el proyecto es Viable.
4. El inversionista, en este caso Ecopetrol, recuperara el capital invertido y obtendrá al final de los 10 años \$ 4.326.492.684 de mas, a pesos de hoy.
5. El desarrollo del proyecto, constituye una renta para Ecopetrol S.A. del i esperado (12,55%)=WACC, recuperando su inversión 100% al final de los 10 años.
6. Como el criterio de decisión con el VPN da un valor mayor a cero, el proyecto se acepta.
7. Como el criterio de decisión con la TIR da mayor valor al i (WACC), el proyecto se acepta.
8. Como el criterio de decisión, para la relación Beneficio/Costo es mayor a 1, el proyecto se acepta.

En la siguiente tabla se muestra el flujo de caja del proyecto con CCM2 nuevo. El VPN encontrado es de **\$ 4.326.492.684 Mcte.**

Impuesto de renta		33%												
FLUJO DE CAJA CON CCM2														
FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA														
Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Ingresos														
1 Ingresos por servicios	1,184,327,500	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000		
2 Venta de Activo												2,685,301,967		
3 Total Ingresos	1,184,327,500	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	3,222,881,967		
Egresos														
4 Costos y Gastos Variables	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
5 Costos y Gastos Fijos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6 Depreciación y Amortización	0	140,100,000	140,100,000	140,100,000	140,100,000	140,100,000	140,100,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000		
7 Valor en Libros Activos Vendidos												0		
8 Total Egresos (4)+(5)+(6)+(7)	0	140,100,000	140,100,000	140,100,000	140,100,000	140,100,000	140,100,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000		
9 Utilidad Operativa (U.A.I.I.) (3)-(8)	1,184,327,500	697,480,000	697,480,000	697,480,000	697,480,000	697,480,000	697,480,000	733,080,000	733,080,000	733,080,000	733,080,000	3,418,381,967		
10 (-) Pago de Intereses Prestamo bancario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
11 Utilidad Antes de Impuestos (U.A.I.) (9)-(10)	1,184,327,500	697,480,000	697,480,000	697,480,000	697,480,000	697,480,000	697,480,000	733,080,000	733,080,000	733,080,000	733,080,000	3,418,381,967		
12 (-) Impuesto Renta		230,168,400	230,168,400	230,168,400	230,168,400	230,168,400	230,168,400	241,916,400	241,916,400	241,916,400	241,916,400	1,126,066,049		
13 Utilidad Neta (11)-(12)	1,184,327,500	467,311,600	467,311,600	467,311,600	467,311,600	467,311,600	467,311,600	491,163,600	491,163,600	491,163,600	491,163,600	2,290,315,918		
Ajustes Contables														
14 (+) Depreciaciones y Amortización (6)	0	140,100,000	140,100,000	140,100,000	140,100,000	140,100,000	140,100,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000		
15 (+) Valor en Libros Activos Vendidos (7)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
16 (-) Inversiones												2,148,241,573		
17 Maquinaria y equipo	-1,044,000,000													
18 Edificaciones	-356,000,000													
19 Capital de Trabajo	0													
20 Software	0													
21 Gastos Preoperativos	-1,000,000													
22 Total Inversiones (17)+(18)+...+(21)	-1,401,000,000													
23 (+) Ingresos por Recursos de Creditos														
24 (+) Recuperación de Capital de Trabajo	0													
25 (+) Valor de Desecho por Ventas de Activos												2,148,241,573		
26 (-) abono a capital prestamo														
Flujo Neto de Caja	-216,672,500	607,411,600	607,411,600	607,411,600	607,411,600	607,411,600	607,411,600	595,663,600	595,663,600	595,663,600	595,663,600	4,543,057,491		
(13)+(14)+(15)+(22)+(23)+(24)+(35)-(26)														
VALOR PRESENTE NETO	4,326,492,684													
TIR	280.34%													
RELACION B/C	4.09													

5.1.3. Flujo de Caja del caso con remplazo de equipos particulares. Para el flujo de caja remplazando equipos particulares, se ha tenido en cuenta que los datos como son: las perdidas, los mantenimientos y el impacto ambiental no producen costo ni tampoco ingreso, ya que debido a la actualización puntual de equipos, las condiciones no son adversas ni tampoco favorables, son una solución

que no generan unas variables económicas considerables o diferenciadoras en el proyecto, lo que corresponde a un escenario neutral para el flujo de caja del proyecto.

De acuerdo a la evaluación financiera reemplazando equipos nuevos, debemos recalcar los siguientes puntos:

1. La evaluación técnico-económica para reemplazar equipos particulares de la estación suerte en el campo provincia perteneciente a la SOM de Ecopetrol S.A. no requiere ningún Financiamiento bancario.
2. De acuerdo al indicador VPN mayor a cero, el proyecto es Viable.
3. El inversionista, Ecopetrol S.A. recuperara el capital invertido y obtendrá al final de los 10 años \$ 6.287.717 de mas, a pesos de hoy.
4. El desarrollo del proyecto, constituye una renta para Ecopetrol S.A. del i esperado (12,55%) = WACC, es decir, será recuperada la inversión 100% al final de los 10 años.
5. Como el criterio de decisión con el VPN da un valor mayor a cero, el proyecto se acepta.
6. Como el criterio de decisión con la TIR da mayor al i (WACC), el proyecto se acepta.
7. Como el criterio de decisión con la relación Beneficio/Costo da mayor a 1, el proyecto se acepta.

En la siguiente tabla se muestra el flujo de caja del proyecto con remplazo de equipos. El VPN encontrado es de **\$ 6.287.717 Mcte.**

Impuesto de renta 33%

FLUJO DE CAJA CON REEMPLAZO DE EQUIPOS

Concepto	FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos											
1 Ingresos por servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 Venta de Activo											257,927,090
3 Total Ingresos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	257,927,090
Egresos											
4 Costos y Gastos Variables	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 Costos y Gastos Fijos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 Depreciacion y Amortizacion	0	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200
7 Valor en Libros Activos Vendidos	0	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200
8 Total Egresos (4)+(5)+(6)+(7)	0	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200
9 Utilidad Operativa (U.A.I.L.) (3)-(8)	0	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	244,479,890
10 (-) Pago de Intereses Prestamo bancario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 Utilidad Antes de Impuestos (U.A.I.) (9)-(10)	0	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	244,479,890
12 (-) Impuesto Renta	0	-4,437,576	-4,437,576	-4,437,576	-4,437,576	-4,437,576	-4,437,576	-4,437,576	-4,437,576	-4,437,576	80,878,364
13 Utilidad Neta (11)-(12)	0	-9,009,624	-9,009,624	-9,009,624	-9,009,624	-9,009,624	-9,009,624	-9,009,624	-9,009,624	-9,009,624	163,901,526
Ajustes Contables											
14 (+) Depreciaciones y Amortizacion (6)	0	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200
15 (+) Valor en Libros Activos Vendidos (7)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 (-) Inversiones											
17 Maquinaria y equipo	-134,472,000										
18 Edificaciones	0										
19 Capital de Trabajo	0										
20 Software	0										
21 Gastos Preoperativos	0										
22 Total Inversiones (17)+(18)+...+(21)	-134,472,000										
23 (+) Ingresos por Recursos de Creditos											
24 (+) Recuperacion de Capital de Trabajo	0										
25 (+) Valor de Desecho por Ventas de Activos											206,341,672
26 (-) abono a capital prestamo											
Flujo Neto de Caja	-134,472,000	4,437,576	4,437,576	4,437,576	4,437,576	4,437,576	4,437,576	4,437,576	4,437,576	4,437,576	383,990,398
(13)+(14)+(15)+(22)+(23)+(24)+(35)-(26)	-134,472,000	4,437,576	4,437,576	4,437,576	4,437,576	4,437,576	4,437,576	4,437,576	4,437,576	4,437,576	383,990,398
VALOR PRESENTE NETO		6,287,717									
TIR		13.12%									
RELACION B/C		1.05									

5.1.4 Análisis y comparaciones Flujos de Caja, para escogencia de la mejor alternativa. Para la evaluación final, se han tomado los resultados en base a los flujos de caja de las tres situaciones, los indicadores VPN, TIR y B/C nos interpretan el criterio de decisión para la evaluación financiera más favorable de las dos situaciones que debe considerar el inversionista, donde ha primado la actualización tecnológica como variable fundamental para la toma de decisión final, que es lo que motiva a realizar el remplazo del CCM2.

ITEM	PROYECTO	Criterio de decision			VENTAJAS	DESVENTAJAS	INVERSION MAS RENTABLE
		VPN	TIR	B/C			
		> o = 1	> i (WACC)	> o = 1			
1	SITUACION BASE	4,305,184,917	N/A	N/A		Altas pérdidas, Altos Mantenimientos, Altos impactos ambientales.	
2	SITUACION PROYECTO 1 - CAMBIO CCM2	4,326,492,684	280.34%	4.09	Actualización Tecnológica, Mejor eficiencia y mayor seguridad	Costo económico alto.	*****
3	SITUACION PROYECTO 2 - REEMPLAZO EQUIPOS	6.287.717	13.12%	1.05	Costo económico Bajo.	No garantiza eficiencia en el proceso.	

De acuerdo a los criterios de decisión y con los resultados de los indicadores VPN, TIR y relación B/C, la alternativa que se justifica es la correspondiente al proyecto con cambio de CCM2.

5.1.5. ESTUDIO DE SENSIBILIDAD

El estudio de sensibilidades se fundamenta en los cambios a los cuales se encuentra expuesto un proyecto dado y que en menor o mayor medida afectan su análisis financiero. Para nuestro proyecto se realizó el análisis de sensibilidades ver figura 4, según:

- Precio del Barril Provincia (lifting cost).
- Costos asociados a mantenimientos.
- Impuesto a la renta.
- Costos ambientales.

La siguiente gráfica muestra el comportamiento de la TIR al realizar la respectiva iteración del flujo de caja modificando las variables teniendo un panorama optimista (+10%) y uno pesimista (-10%).

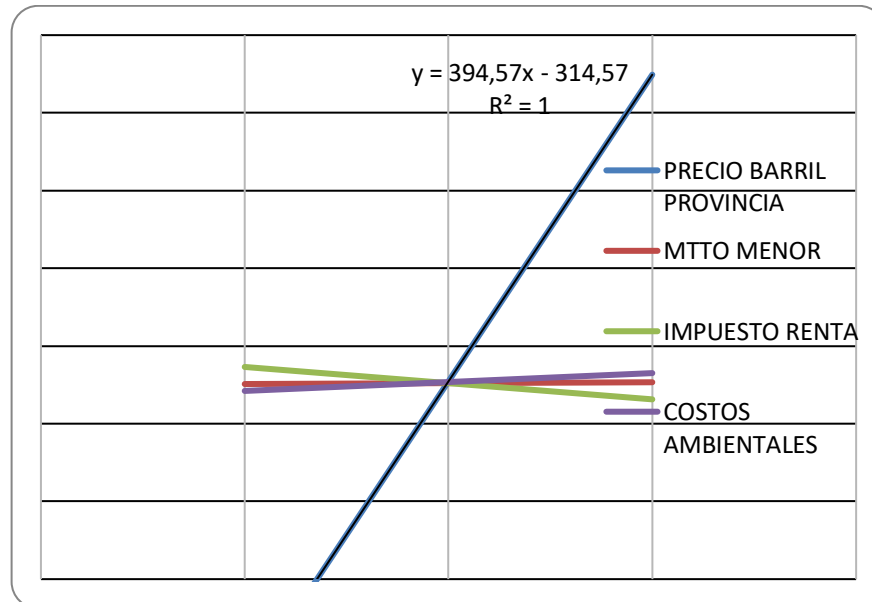


FIGURA 4. Análisis de Sensibilidades.

Al analizar la gráfica, se observa que:

- La variable que en mayor medida puede llegar a afectar el análisis financiero del proyecto es el precio del barril, el cual se encuentra directamente relacionado con el aumento o disminución del dólar.
- La variable que en menor medida afecta el análisis financiero del proyecto son los costos asociados a mantenimientos.
- Se evidencia que el único factor que podría llegar a definir la no viabilidad del proyecto por medio de la $TIR < 0$ es el precio del barril.

5.1.6. FLUJO DE CAJA DIFERENCIAL O INCREMENTAL

Para el presente proyecto se proyectan los flujos diferenciales o incrementales, para lo cual se evalúan los VPN de la siguiente forma:

1. VPN para flujo de caja con CCM2 – flujo de caja base.
2. VPN para flujo de caja con cambio parcial de equipos – flujo de caja base.

Con los resultados de los VPN, se verifica de acuerdo al criterio de toma de decisión ya expuesto, que estos VPN son mayores a cero y por lo tanto se justifica las alternativas verificando la viabilidad del proyecto.

A continuación se relacionan los flujos de caja incrementales:

Impuesto de renta 33%

FLUJO DE CAJA CCM2- BASE

FLUJO DE CAJA INCREMENTAL: CON PROYECTO CCM2 - SIN PROYECTO(BASE)											
Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Ingresos por servicios	1,184,327,500	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000
2 Venta de Activo											
3 Total Ingresos	1,184,327,500	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	2,685,301,967
4 Costos y Gastos Variables	-793,980,000	-862,707,400	-888,588,622	-915,246,281	-942,703,669	-970,984,779	-1,000,114,323	-1,030,117,752	-1,061,021,285	-1,092,851,923	-1,125,637,481
5 Costos y Gastos Fijos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 Depreciacion y Amortizacion	0	140,100,000	140,100,000	140,100,000	140,100,000	140,100,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000
7 Valor en Libros Activos Vendidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 Total Egresos (4)+(5)+(6)+(7)	-793,980,000	-722,607,400	-748,488,622	-775,146,281	-802,603,669	-830,884,779	-895,614,323	-925,617,752	-956,521,285	-988,351,923	-1,021,137,481
9 Utilidad Operativa (U.A.L.I.) (3)-(8)	1,978,307,500	1,560,187,400	1,586,068,622	1,612,726,281	1,640,183,669	1,668,464,779	1,733,194,323	1,763,197,752	1,794,101,285	1,825,931,923	4,544,019,448
10 (-) Pago de Intereses Prestamo bancario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 Utilidad Antes de Impuestos (U.A.I.) (9)-(10)	1,978,307,500	1,560,187,400	1,586,068,622	1,612,726,281	1,640,183,669	1,668,464,779	1,733,194,323	1,763,197,752	1,794,101,285	1,825,931,923	4,544,019,448
12 (-) Impuesto Renta	652,841,475	514,861,842	523,402,645	532,199,673	541,260,611	550,593,377	571,954,126	581,855,258	592,053,424	602,557,535	1,499,526,418
13 Utilidad Neta (11)-(12)	1,325,466,025	1,045,325,558	1,062,665,977	1,080,526,608	1,098,923,058	1,117,871,402	1,161,240,196	1,181,342,494	1,202,047,861	1,223,374,389	3,044,493,030
14 Ajustes Contables											
14 (+) Depreciaciones y Amortizacion (6)	0	140,100,000	140,100,000	140,100,000	140,100,000	140,100,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000
15 (+) Valor en Libros Activos Vendidos (7)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 (-) Inversiones	-1,044,000,000										
17 Maquinaria y equipo	-356,000,000										
18 Edificaciones	0										
19 Capital de Trabajo	0										
20 Software	0										
21 Gastos Preoperativos	-1,000,000										
22 Total Inversiones (17)+(18)+...+(21)	-1,401,000,000										
23 (+) Ingresos por Recursos de Creditos	0										
24 (+) Recuperacion de Capital de Trabajo	0										
25 (+) Valor de Desecho por Ventas de Activos											2,148,241,573
26 (-) abono a capital prestamo	-75,533,975	1,165,425,558	1,202,765,977	1,220,626,608	1,239,023,058	1,257,971,402	1,265,740,196	1,285,842,494	1,306,547,861	1,327,874,389	5,297,234,603
Flujo Neto de Caja											
VALOR PRESENTE NETO											
VPN FLUJO DIFERENCIAL											8,026,387,435

Impuesto de renta 33%

FLUJO DE CAJA EQUIPOS PARCIAL - BASE

FLUJO DE CAJA INCREMENTAL: CON PROYECTO (EQUIPOS PARCIAL)-SIN PROYECTO(BASE)											
Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Ingresos por servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 Venta de Activo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	257,827,090
3 Total Ingresos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	257,827,090
4 Costos y Gastos Variables	-793,980,000	-862,707,400	-888,588,622	-915,246,281	-942,703,669	-970,984,779	-1,000,114,323	-1,030,117,752	-1,061,021,285	-1,092,851,923	-1,125,637,481
5 Costos y Gastos Fijos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 Depreciacion y Amortizacion	0	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200
7 Valor en Libros Activos Vendidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 Total Egresos (4)+(5)+(6)+(7)	-793,980,000	-849,260,200	-875,141,422	-901,799,081	-929,256,469	-957,537,579	-986,667,123	-1,016,670,552	-1,047,574,085	-1,079,404,723	-1,112,190,281
9 Utilidad Operativa (U.A.L.I.) (3)-(8)	793,980,000	849,260,200	875,141,422	901,799,081	929,256,469	957,537,579	986,667,123	1,016,670,552	1,047,574,085	1,079,404,723	1,370,117,371
10 (-) Pago de Intereses Prestamo bancario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 Utilidad Antes de Impuestos (U.A.I.) (9)-(10)	793,980,000	849,260,200	875,141,422	901,799,081	929,256,469	957,537,579	986,667,123	1,016,670,552	1,047,574,085	1,079,404,723	1,370,117,371
12 (-) Impuesto Renta	262,013,400	280,255,866	288,796,969	297,593,697	306,654,835	315,987,401	325,600,150	335,501,282	345,699,448	356,203,559	452,136,732
13 Utilidad Neta (11)-(12)	531,966,600	569,004,334	586,344,453	604,205,384	622,601,634	641,550,178	661,066,972	681,169,270	701,874,637	723,201,165	917,978,639
14 Ajustes Contables											
14 (+) Depreciaciones y Amortizacion (6)	0	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200
15 (+) Valor en Libros Activos Vendidos (7)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 (-) Inversiones	-134,472,000										
17 Maquinaria y equipo	-134,472,000										
18 Edificaciones	0										
19 Capital de Trabajo	0										
20 Software	0										
21 Gastos Preoperativos	0										
22 Total Inversiones (17)+(18)+...+(21)	-134,472,000										
23 (+) Ingresos por Recursos de Creditos	0										
24 (+) Recuperacion de Capital de Trabajo	0										
25 (+) Valor de Desecho por Ventas de Activos											206,341,672
26 (-) abono a capital prestamo											
Flujo Neto de Caja	397,494,600	582,451,534	599,791,953	617,652,584	636,049,034	654,997,378	674,514,172	694,616,470	715,321,837	736,648,365	1,137,767,511
VALOR PRESENTE NETO											
VPN FLUJO DIFERENCIAL											4,097,010,543

Capítulo 6. CONCLUSIONES

En cualquier proceso que implique nuevas inversiones, es claro que se debe definir el motivo fundamental para realizar una mejora y que esta deba estar soportada por una evaluación financiera, sin embargo para tener un soporte de ese criterio, es necesario evaluar los costos diferenciadores e identificar los ahorros que finalmente se obtienen. Los indicadores financieros son una herramienta gerencial que permiten dar un soporte objetivo en la toma de decisiones.

Si bien la vida útil de la maquinaria o equipos significa solo un tiempo durante el cual puedan ser utilizados dichos equipos, generen renta e implique que estos se desgasten hasta el punto de quedar inservibles como consecuencia de su utilización, también constituye un punto de evaluación constante para que se controlen y evalúen las pérdidas que se producen por el desarrollo normal del objeto social de cualquier empresa, mucho más, si se encuentra en el sector de los hidrocarburos.

El proyecto determino el cambio o actualización de tecnología con el nuevo CCM2, que si bien es realmente costoso, se encuentra también soportado en los datos finales que arroja la evaluación financiera luego de evaluar los escenarios que se pueden presentar, siendo la actualización tecnológica aquel donde se obtiene una ganancia considerable al final de los 10 años, además a que la evaluación de indicadores internos de Ecopetrol también soporta 100% realizar esta mejora.

Es posible concluir que al realizar la respectiva reparación al CCM antiguo, aunque mejora su confiabilidad con respecto al caso base, ésta no llega a igualar la respectiva que resulta de la compra de un equipo nuevo, ya que existe el factor de edad del equipo y el factor medio ambiente, los cuales no se pueden mejorar ya que estos no son consecuencia del estado del equipo.

Una ventaja de la Instalación de una nuevo CCM, es la migración hacia una tecnología más avanzada, de tal forma que se contaría con una vida útil en la cual no habría “fallas de desgaste”.

Con la Instalación de un Nuevo CCM se garantizaría el cumplimiento de las normativas NTC2050 y RETIE, tanto para productos como para la instalación eléctrica en general creando las condiciones técnicas apropiadas para que el sistema eléctrico funcione correctamente, brindando seguridad a las personas y equipos, y ofreciendo ahorros económicos notables.

BIBLIOGRAFIA

1. ADOLFO PEÑA, Gustavo. Economía 2000, Finanzas y Negocios. Diccionario y guía técnica.
2. COLIN Barrow. Managing your finances 2001. Guía de negocios - Administre sus finanzas.
3. ITESCAM. 2011. Determinación de la Confiabilidad del equipo. Publicación Syllabus México.
4. Ministerio de Minas y Energía, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, 13 de Agosto de 2008.
5. MOUBRAY John. 2011. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. RCM artículo Septiembre 05 de 2011.
6. PEMEX. (2006). www.pemex.com. Recuperado el 06 de 05 de 2012, de [http://www.pemex.com/files/content/GNT-SSNP-E019-2006\(Rev0\).pdf](http://www.pemex.com/files/content/GNT-SSNP-E019-2006(Rev0).pdf)
7. Reglamento de Instalaciones Eléctricas RETIE actualización 2009
8. SCHNEIDER Electric. 2009, Blokset Superando Requisitos de la IEC 60439-1WEG. (2006). wegcolombia@weg.com.co. Recuperado el 10 de 05 de 2012

ANEXOS

ANEXO 1 Hoja de Datos de CCM en 480V y 220 V.

Descripción del Proyecto/Lugar:			
Planta:		Área:	
No. Proyecto		PP.	
El CCM debe cumplir con todos los requerimientos de la especificación GNT-SSNP-E019-2006 y con las características particulares para este proyecto, requeridas en bases de licitación y en esta hoja de datos.			

Ubicación del CCM en Subestación	Nueva ()	Existente: ()
Ubicación de I CCM	Interior ()	Exterior ()
Subestación: Nombre y Clave		
Clave del CCM:		

Condiciones Ambientales:

Por estándar de Pemex el CCM se debe suministrar en todos los casos para operación en: Clima tropical húmedo, ambiente marino con depósitos de sal, humos que atacan al cobre (amonio, sulfuro), ambiente corrosivo por SOx, NOx y H2S. El CCM y sus componentes no deben rebasar el nivel de ruido de 60 dbA máximo a 1 metro.

	Bulbo seco /Húmedo		
Temp. Máxima	°C / °C	Humedad relativa	Verano %
Temp. Mínima	°C / °C		Invierno %
Temp. promedio	°C / °C	Altitud de operación msnm	
Velocidad del Viento: km/h:			

DATOS GENERALES DEL CCM

Voltaje	() 480V () 220V	Tipo de CCM	(<input checked="" type="checkbox"/>) 1 frente	Termomagnéticos disponibles. (cumplir con 1.1.f)	3x _____ A. 3x _____ A. 3x _____ A.
Sistema	() 3F, 3 Hilos () 3F, 4 Hilos	Alambrado Clase	() I Tipo B	Espacios para unidades futuras. (cumplir con 1.1.f)	De _____ cm. De _____ cm. de _____ cm.
Gabinete	() NEMA 1 (Con empaques) () NEMA 3R	Llegada y salida de cable	() Inferior () Superior	Confirmación de requerimiento de Selector M-F-A	() en CCM () Junto a motor
Capacidad interruptiva en 480V	() 25 kA	Interruptor principal en acometida	() 1 Principal () 2 Principales y 1 de enlace	Circuito de detección de fallas en 480V	() Si ; () No (En Refinerías eso obligatorio).
Capacidad interruptiva en 220V	() 22 kA	Tamaño de cables de la acometida	_____ X Fase Calibre _ (AWG o KCM).	Medición de puntos calientes para interruptores principales.	() Sistema electrónico () Ventana corrediza.
Barras principales Y de Neutro (solo para 3F, 4Hilos). (A nominal)	() 600 A () 800 A () 1200 A () 1600 A () 2000 A () 2500 A	Tipo de acometida al CCM	() Zapatas () Int.Electromagnético () Acoplar a existente	Relevadores de sobrecarga, los estándar son de estado sólido y solo en caso especial se requiere tipo:	() Aleación fusible () Bimetálicos (Ver limitantes en 1.14.11) () Electrónico con puerto de comunicación
Barras de tierras (A nominal) (no menor de 300ª)	(<input checked="" type="checkbox"/>) 33% de Barras de fase	Arrancadores disponibles. (cumplir con 1.1.f)	___ Tamaño _____ ___ Tamaño _____ ___ Tamaño _____	Capacidad en VA de transformadores de control individual por arrancador. (Ver 1.4.8)	() Estándar (.....) Extra (total en VA) T1 _____; T2 _____; T3 _____; T4 _____;
Elaboró		Revisó:		Aprobó:	Fecha:

Transformador (TRANSF).

Tablero de alumbrado (**TAB**). Cuando se requiera este equipo se deben proporcionar la cantidad, Amperes de marco y de disparo de los interruptores termomagnéticos requeridos.

Variador de velocidad (**VARIAD**). Cuando se requiera este equipo se deben proporcionar los datos requeridos en 1.5.5

Arrancador de arranque suave (ARRANC SUAVE).

Para otro tipo de equipos describir el requerimiento particular.

DESCRIPCION	REQUERIDO	COTIZADO
DATOS GENERALES		
Descripción del Proyecto: Lugar: Planta: Área: No. De proyecto: Partida Presupuesta: Cumple con: Especificación GNT-SSNP-E019 y con las características particulares para este proyecto, requeridas en bases de licitación y en la hoja de datos (Anexo 1). Ubicación del CCM; (Interior o Exterior) Subestación: Nombre y Clave Clave del CCM:	Indicar Indicar Indicar Indicar Indicar Indicar Indicar Indicar Indicar Indicar Indicar	
Este cuestionario se debe presentar en la cotización junto con lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • 1 juego de catálogos originales de fabricante. • 1 dibujo o croquis con el arreglo físico del CCM, con ubicación de las unidades. • Posición de barras principales y derivadas, con distancias entre fases y a tierra. • Diagramas unifilares (opcional). 		
CONDICIONES AMBIENTALES:		
Tipo de Ambiente: Operación en clima tropical húmedo, ambiente marino con depósitos de sal, humos que atacan al cobre (amonio, sulfuro), ambiente corrosivo por Sox, Nox y H2S. Temp. Máxima °C Temp. Mínima. °C Humedad relativa: Altitud de operación msnm Nivel de ruido	Indicar Bulbo seco /húmedo Indicar/Indicar Indicar/Indicar Indicar/Indicar Indicar Indicar	
DATOS DEL FABRICANTE DEL CCM		
Marca	Indicar	
Tipo de CCM	Indicar	
Otros.	Indicar	
DATOS GENERALES DEL CCM		

<p>4 contactos auxiliar de control (2NA y 2NC) Otros.</p> <p>Interruptor termomagnético: Capacidad interruptiva. Modelo y/o tipo. Marco/dísparo. (Para los diferentes tipos empleados en el CCM)</p> <p>Transformadores de control para unidades interruptor - arrancador:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo. • Relación de transformación. • Volts, fases, frecuencia. • Capacidad voltamperes <p>(Para los diferentes tamaños de arrancador empleados en el CCM)</p>	Indicar	
<p>Transformadores de potencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo. • Relación de transformación. • Clase y potencia de precisión. • Capacidad voltamperes <p>(Para los diferentes tipos empleados en el CCM)</p>	Indicar	
Variadores de velocidad	Indicar	
Arrancadores de arranque suave.	Indicar	
<p>Transformadores de corriente para medición:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo. • Relación de transformación. • Clase y potencia de precisión. • Capacidad voltamperes <p>(Para los diferentes tipos empleados en el CCM)</p>	Indicar	
<p>Transformadores de corriente para protección:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo. • Relación de transformación. • Clase y potencia de precisión. • Capacidad voltamperes • Curvas de saturación en Cortocircuito del CCM. <p>(Para los diferentes tipos empleados en el CCM)</p>	Indicar	
<p>Equipo de medición digital</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo. • % de precisión • Parámetros de medición <p>Otras características.</p>	Indicar	
Relevadores de protección	Indicar	
<p>Tablero de alumbrado dentro del CCM</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volts, Fases, Hilos. • Marco y tipo de Int principal • Marco y tipo de Int's derivados • Interruptores atornillable. • Barra neutra y de puesta a tierra (Amp y material) 	Indicar	

<ul style="list-style-type: none"> • kA de CC del tablero e interruptores. • No de Polos del tablero Marca y tipo del tablero.		
Transformador de alumbrado	Indicar	
Otros	Indicar	
Datos físicos del CCM		
Arreglo físico del CCM	Incluir	
Dimensiones (L x A x H) m	Indicar	
Peso kg	Indicar	
Unidades de embarque	Indicar	
Calibre de lámina, (mm, calibre USG): Estructura: Cubiertas: Puertas: Barreras: Otros:	Indicar	
Color del gabinete y proceso de preparación y acabado.	Indicar	
Perdidas totales aproximadas del CCM.	Indicar	
Accesorios y herramientas		
Partes de repuesto	Indicar	
Pruebas e inspección.	Indicar	
Información técnica	Indicar	
Empaque y embarque	Indicar	
Garantía	Indicar	
Capacitación	Indicar	
NORMATIVIDAD		
NOM-001-SEDE NOM-008-SCFI NMX-J-235/1-ANCE NMX-J-235/2-ANCE NMX-J-266-ANCE NMX-J-290-ANCE NMX-J-351-ANCE NMX-J-353-ANCE NMX-J-438-ANCE NRF-048-PEMEX	Indicar	
NOTAS ACLARATORIAS DESVIACIONES:	O Indicar.	

ANEXO 2. Flujo de caja para caso base.

FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA											
Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos											
1 Ingresos por servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 Venta de Activo											0
3 Total Ingresos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Egresos											
4 Costos y Gastos Variables	793,980,000	862,707,400	888,588,622	915,246,281	942,703,669	970,984,779	1,000,114,323	1,030,117,752	1,061,021,285	1,092,851,923	1,125,637,481
5 Costos y Gastos Fijos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 Depreciacion y Amortizacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 Valor en Libros Activos Vendidos											0
8 Total Egresos (4)+(5)+(6)+(7)	793,980,000	862,707,400	888,588,622	915,246,281	942,703,669	970,984,779	1,000,114,323	1,030,117,752	1,061,021,285	1,092,851,923	1,125,637,481
9 Utilidad Operativa (U.A.I.I.) (3)-(8)	-793,980,000	-862,707,400	-888,588,622	-915,246,281	-942,703,669	-970,984,779	-1,000,114,323	-1,030,117,752	-1,061,021,285	-1,092,851,923	-1,125,637,481
10 (-) Pago de Intereses Prestamo bancario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 Utilidad Antes de Impuestos (U.A.I.) (9)-(10)	-793,980,000	-862,707,400	-888,588,622	-915,246,281	-942,703,669	-970,984,779	-1,000,114,323	-1,030,117,752	-1,061,021,285	-1,092,851,923	-1,125,637,481
12 (-) Impuesto Renta	-262,013,400	-284,693,442	-293,234,245	-302,031,273	-311,092,211	-320,424,977	-330,037,726	-339,938,858	-350,137,024	-360,641,135	-371,460,369
13 Utilidad Neta (11)-(12)	-531,966,600	-578,013,958	-595,354,377	-613,215,008	-631,611,458	-650,559,802	-670,076,596	-690,178,894	-710,884,261	-732,210,789	-754,177,112
Ajustes Contables											
14 (+) Depreciaciones y Amortizacion (6)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 (+) Valor en Libros Activos Vendidos (7)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 (-) Inversiones											
17 Maquinaria y equipo	0										
18 Edificaciones	0										
19 Capital de Trabajo	0										
20 Software	0										
21 Gastos Preoperativos	0										
22 Total Inversiones (17)+(18)+...+(21)	0										
23 (+) Ingresos por Recursos de Creditos											
24 (+) Recuperacion de Capital de Trabajo	0										
25 (+) Valor de Desecho por Ventas de Activos											0
26 (-) abono a capital prestamo											
Flujo Neto de Caja	-531,966,600	-578,013,958	-595,354,377	-613,215,008	-631,611,458	-650,559,802	-670,076,596	-690,178,894	-710,884,261	-732,210,789	-754,177,112
(13)+(14)+(15)+(22)+(23)+(24)+(25)-(26)											
VALOR PRESENTE NETO	-4,090,722,826										
TIR											N/A
RELACION B/C											N/A

ANEXO 3 Flujo de caja para caso con cambio de CCM2 nuevo.

Impuesto de renta 33%

FLUJO DE CAJA CON CCM2

Concepto	FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ingresos												
1 Ingresos por servicios	1,184,327,500	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000
2 Venta de Activo												2,685,301,967
3 Total Ingresos	1,184,327,500	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	837,580,000	3,522,881,967
Egresos												
4 Costos y Gastos Variables	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 Costos y Gastos Fijos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 Depreciacion y Amortizacion	0	140,100,000	140,100,000	140,100,000	140,100,000	140,100,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000
7 Valor en Libros Activos Vendidos												0
8 Total Egresos (4)+(5)+(6)+(7)	0	140,100,000	140,100,000	140,100,000	140,100,000	140,100,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000
9 Utilidad Operativa (U.A.I.I.) (3)-(8)	1,184,327,500	697,480,000	697,480,000	697,480,000	697,480,000	697,480,000	733,080,000	733,080,000	733,080,000	733,080,000	733,080,000	3,418,381,967
10 (-) Pago de Intereses Prestamo bancario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 Utilidad Antes de Impuestos (U.A.I.) (9)-(10)	1,184,327,500	697,480,000	697,480,000	697,480,000	697,480,000	697,480,000	733,080,000	733,080,000	733,080,000	733,080,000	733,080,000	3,418,381,967
12 (-) Impuesto Renta		230,168,400	230,168,400	230,168,400	230,168,400	230,168,400	241,916,400	241,916,400	241,916,400	241,916,400	241,916,400	1,128,066,049
13 Utilidad Neta (11)-(12)	1,184,327,500	467,311,600	467,311,600	467,311,600	467,311,600	467,311,600	491,163,600	491,163,600	491,163,600	491,163,600	491,163,600	2,290,315,918
Ajustes Contables												
14 (+) Depreciaciones y Amortizacion (6)	0	140,100,000	140,100,000	140,100,000	140,100,000	140,100,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000	104,500,000
15 (+) Valor en Libros Activos Vendidos (7)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 (-) Inversiones												
17 Maquinaria y equipo	-1,044,000,000											
18 Edificaciones	-356,000,000											
19 Capital de Trabajo	0											
20 Software	0											
21 Gastos Preoperativos	-1,000,000											
22 Total Inversiones (17)+(18)+...+(21)	-1,401,000,000											
23 (+) Ingresos por Recursos de Creditos												
24 (+) Recuperacion de Capital de Trabajo	0											
25 (+) Valor de Desecho por Ventas de Activos												2,148,241,573
26 (-) abono a capital prestamo												
Flujo Neto de Caja												
(13)+(14)+(15)+(22)+(23)+(24)+(35)-(26)	-216,672,500	607,411,600	607,411,600	607,411,600	607,411,600	607,411,600	607,411,600	595,663,600	595,663,600	595,663,600	595,663,600	4,543,057,491
VALOR PRESENTE NETO	4,326,492,684											
TIR	280.34%											
RELACION B/C	4.09											



ANEXO 4 Flujo de caja para caso con reemplazo parcial de equipos.

Impuesto de renta

33%

FLUJO DE CAJA CON REEMPLAZO DE EQUIPOS

Concepto	FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos											
1 Ingresos por servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 Venta de Activo											257,927,090
3 Total Ingresos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	257,927,090
Egresos											
4 Costos y Gastos Variables	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 Costos y Gastos Fijos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 Depreciación y Amortización	0	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200
7 Valor en Libros Activos Vendidos											0
8 Total Egresos (4)+(5)+(6)+(7)	0	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200
9 Utilidad Operativa (U.A.I.I.) (3)-(8)	0	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	244,479,890
10 (-) Pago de Intereses Prestamo bancario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 Utilidad Antes de Impuestos (U.A.I.) (9)-(10)	0	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	-13,447,200	244,479,890
12 (-) Impuesto Renta		-4,437,576	-4,437,576	-4,437,576	-4,437,576	-4,437,576	-4,437,576	-4,437,576	-4,437,576	-4,437,576	80,678,364
13 Utilidad Neta (11)-(12)	0	-9,009,624	-9,009,624	-9,009,624	-9,009,624	-9,009,624	-9,009,624	-9,009,624	-9,009,624	-9,009,624	163,801,526
Ajustes Contables											
14 (+) Depreciaciones y Amortización (6)	0	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200	13,447,200
15 (+) Valor en Libros Activos Vendidos (7)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 (-) Inversiones											
17 Maquinaria y equipo	-134,472,000										
18 Edificaciones	0										
19 Capital de Trabajo	0										
20 Software	0										
21 Gastos Preoperativos	0										
22 Total Inversiones (17)+(18)+...+(21)	-134,472,000										
23 (+) Ingresos por Recursos de Creditos											
24 (+) Recuperación de Capital de Trabajo	0										
25 (+) Valor de Desecho por Ventas de Activos											206,341,672
26 (-) abono a capital prestamo											
Flujo Neto de Caja	-134,472,000	4,437,576	4,437,576	4,437,576	4,437,576	4,437,576	4,437,576	4,437,576	4,437,576	4,437,576	383,590,398
(13)+(14)+(15)+(22)+(23)+(24)+(35)-(26)											
VALOR PRESENTE NETO	6,287,717										
TIR	13.12%										
RELACION B/C	1.05										

ANEXO 5 Presupuesto de obra – Ingeniería de detalle para nuevo CCM2.

		VALORES DE ENTRADA
356,000,000	OBRA CIVIL	356,000,000
974,000,000	OBRA ELECTRICA	1,044,000,000
22,000,000	AACC	
48,000,000	SDAI	
1,400,000,000		

PRESUPUESTO OBRA CIVIL CCM – 2	Hoja No.	2
---------------------------------------	----------	---

ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA DE DETALLE DEL SISTEMA ELÉCTRICO CAMPO SUERTE		
ESPECIALIDAD CIVIL Y ARQUITECTONICA	FECHA	24/11/2011
	CONTRATO	544905

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
------	-------------	-----	-------	--------------	-----------

1	ACTIVIDADES PRELIMINARES				
1.1	LOCALIZACION Y REPLANTEO	M2	1103.60	\$ 14,598.54	\$ 16,110,945.43
1.2	DESCAPOTE A MANO	M2	1103.60	\$ 16,420.06	\$ 18,121,179.32
1.3	EXCAVACION MANUAL (h= 0 - 2.5 M)	M3	185.00	\$ 107,800.59	\$ 19,943,109.15
1.4	RELLENO EN MATERIAL SELECCIONADO	M3	80.00	\$ 124,939.21	\$ 9,995,136.72
1.5	RETIRO DE SOBANTES, NO INCLUYE TRANSPORTE	M3	120.00	\$ 40,703.50	\$ 4,884,419.52
	SUBTOTAL 1				\$ 69,054,790.14

2	MAMPOSTERIA				
2.1	BLOQUE ESTRUCTURAL A LA VISTA	M2	96.50	\$ 199,230.77	\$ 19,225,769.69
2.3	BLOQUE ESTRUCTURAL ACABADO	M2	16.30	\$ 195,142.14	\$ 3,180,816.80
2.4	DINTEL EN CONCRETO	ML	15.40	\$ 154,060.45	\$ 2,372,530.90
2.5	FRISO LISO MORTERO 1:4	M2	112.80	\$ 148,576.39	\$ 16,759,416.23
2.7	ACABADO EN ESTUCO Y PINTURA TIPO 1 (3 MANOS)	M2	112.80	\$ 101,926.39	\$ 11,497,296.23

SUBTOTAL 2					\$ 53,035,829.85
-------------------	--	--	--	--	-------------------------

3	CIELOS RASOS				
3.1	ACABADO EN ESTUCO Y PINTURA TIPO 1 (3 MANOS)	M2	32.90	\$ 104,324.92	\$ 3,432,289.93
SUBTOTAL 3					\$ 3,432,289.93

4	INSTALACIONES AGUAS LLUVIAS				
4.1	RED AGUAS LLUVIAS PVC 2" (INCLUYE ACCESORIOS)	ML	40.00	\$ 70,966.31	\$ 2,838,652.44
4.2	RED AGUAS LLUVIAS PVC 4" (INCLUYE ACCESORIOS)	ML	25.00	\$ 71,366.31	\$ 1,784,157.78
4.3	PUNTO BAJANTE A. LL. PVC 2" (INCLUYE ACCESORIOS)	UN	2.00	\$ 63,977.85	\$ 127,955.70
4.4	CAJAS DE INSPECCION 80X80 CM	UN	2.00	\$ 153,826.39	\$ 307,652.77
SUBTOTAL 4					\$ 5,058,418.68

5	PISOS				
5.1	MORTERO BASE DE PISO	M2	32.90	\$ 161,894.70	\$ 5,326,335.56
5.2	PISO EN PORCELANATO 33X33 CM	M2	32.90	\$ 125,652.59	\$ 4,133,970.05
5.3	GUARDAESCOBA EN PORCELANATO	ML	25.26	\$ 102,479.70	\$ 2,588,637.17
5.4	SUMINISTRO E INSTALACION DE CARCAMOS Y BANDEJAS PORTACABLES CON TAPAS EN LAMINAS DE ALFAJOR	ML	15.00	\$ 603,364.65	\$ 9,050,469.72
SUBTOTAL 5					\$ 21,099,412.50

6	CARPINTERIA METAL., ALUMINIO				
6.1	VENTANA ALUMINIO NATURAL Y VIDRIO - CORREDIZA (V-03)	UN	1.00	\$ 388,867.95	\$ 388,867.95
6.2	VENTANA ALUMINIO NATURAL Y VIDRIO - CORREDIZA (V-04)	UN	2.00	\$ 448,267.95	\$ 896,535.90
6.3	PUERTA MARCO Y HOJA METALICA CAL. 18 (P-01)	UN	1.00	\$ 1,784,552.85	\$ 1,784,552.85
6.4	PUERTA MARCO Y HOJA METALICA CAL. 18 (P-02)	UN	1.00	\$ 1,943,576.39	\$ 1,943,576.39
6.5	CELOSÍA TIPO CIBELES DE ALUMINIO	M2	11.50	\$ 236,250.00	\$ 2,716,875.00
SUBTOTAL 6					\$ 7,730,408.08

7	VARIOS				
----------	---------------	--	--	--	--

7.1	PLANOS AS-BUILT	GLB	1.00	\$ 1,250,000.00	\$ 1,250,000.00
7.2	ASEO GENERAL	GLB	1.00	\$ 1,400,000.00	\$ 1,400,000.00
				SUBTOTAL 7	\$ 2,650,000.00

8	CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS				
8.1	CONCRETO PARA ZAPATAS 3000 PSI (INCLUYE REFUERZOS)	M3	3.05	\$ 911,630.63	\$ 2,780,473.43
8.2	CONCRETO VIGAS DE CIMENTACION 3000 PSI (INCLUYE REFUERZOS)	M3	2.60	\$ 920,380.63	\$ 2,392,989.65
8.3	CONCRETO VIGAS AEREAS 3000 PSI (INCLUYE REFUERZOS)	M3	2.60	\$ 920,380.63	\$ 2,392,989.65
8.4	CONCRETO COLUMNAS 30X30 DE 3000 PSI (INCLUYE REFUERZOS)	M3	2.76	\$ 920,380.63	\$ 2,540,250.55
8.6	PLACA MACIZA ALIGERADA CON ICOPOR	M2	83.30	\$ 315,841.23	\$ 26,309,574.69
8.9	CONCRETO CUNETAS 2500 PSI (INCLUYE REFUERZOS)	M3	3.00	\$ 587,681.92	\$ 1,763,045.77
8.10	CONCRETO ANDENES 2500 PSI (INCLUYE MALLA ELECTROSOLDADA)	M3	4.50	\$ 587,681.92	\$ 2,644,568.66
				SUBTOTAL 8	\$ 40,823,892.39
9	OBRAS CIVILES DE BANCOS DE DUCTOS				
9.1	CONCRETO PARA BANCOS DE DUCTOS 3000 PSI (INCLUYE REFUERZOS)	M3	77.50	\$ 711,630.63	\$ 55,151,374.04
9.2	CONCRETO DE LIMPIEZA 2500 PSI	M3	16.50	\$ 587,681.92	\$ 9,696,751.75
9.3	CONCRETO ROJO DE SEÑALIZACION 2500 PSI	M3	16.50	\$ 587,681.92	\$ 9,696,751.75
9.4	MANHOLES DE 1Mx1M EN CONCRETO REFORZADO	UN	7.00	\$ 635,200.00	\$ 4,446,400.00
				SUBTOTAL 9	\$ 78,991,277.53

	COSTOS DIRECTOS		\$ 281,876,319.11
	A (administracion)	10%	\$ 28,187,631.91
	I (imprevistos)	7%	\$ 19,731,342.34
	U (utilidad)	8%	\$ 22,550,105.53
	IVA (sobre la U)	16%	\$ 3,608,016.88
	TOTAL CCM-2		\$ 355,953,415.78

SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO CENTRAL

AIRE ACONDICIONADO EDIFICIO CCM-2 ESTACION 2

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNID.	PRECIO/UNID	VALOR PARCIAL
1	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO				\$ 17,147,736
1.1	SUMINSTRO AIRE ACONDICIONADO TIPO PAQUETE DE 3 TN/220V/60 HZ	1.0	UND	\$ 8,956,000	\$ 8,956,000
1.2	SUMINISTRO INSTALACION DE DUCTO SUMINISTRO /RETORNO DE AIRE EN LAMINA ACERO GALV. NORMA SMACNA	21.0	M2	\$ 69,510	\$ 1,459,710
1.3	SUMINISTRO,INSTALACION AISLAMIENTO DUCT-WRAPP FIBERGLASS	21.0	M2	\$ 47,550	\$ 998,550

1.4	SUMINISTRO INSTALACION DE CHAQUETA PARA DUCTO GALVANIZADO 24,E IMPERMEABILIZADO	10.0	M2	\$ 61,840	\$ 618,400
1.5	SUMINISTRO,INSTALACION DE REJILLA BLANCA DE 4 VIAS CON DAMPER 12"X12"	4.0	UND	\$ 61,300	\$ 245,200
2	SUMINISTRO,INSTALACION DE REJILLA RETORNO BLANCA DE ALETAS FIJAS 20"X12"	2.0	UND	\$ 132,500	\$ 265,000
1.8	SUMINISTRO,INSTALACION DE PERSIANA DE TRANSFERENCIA DE RETORNO TIPO PUERTA 10"X 10"	1.0	UND	\$ 94,680	\$ 94,680
1.9	SUMINISTRO,INSTALACION DE CONTROL DE TEMPERATURA	1.0	UND	\$ 450,490	\$ 450,490
1.10	SUMINISTRO,INSTALACION DE TERMOSTATO DIGITAL 2 ETAPAS	1.0	UND	\$ 876,170	\$ 876,170
1.11	SUMINISTRO,FABRICACION DE BASE EN CONCRETO 3000 PSI PARA AIRE ACONDICIONADO CON SIFON DE DRENAJE	1.0	GB	\$ 585,036	\$ 585,036
1.12	SUMINISTRO, INSTALACION DE COFRE DE 70X50 CMS CON CHAPA Y TAPA PARA INSTALAR CONTROL DEL AIRE ACONDICIONADO EN EL CUARTO DEL CCM-2	1.0	UND	\$ 678,500	\$ 678,500
1.13	SOPORTE TIPO PLATINA PARA DUCTO SIN AISLAMIENTO LADO MAYOR HASTA 30"	24.0	UND	\$ 80,000	\$ 1,920,000

COSTOS DIRECTO :	17,147,736
-------------------------	-------------------

ADMINISTRACION :	10%	1,714,774
IMPREVISTOS :	8%	1,371,819
UTILIDAD :	7%	1,200,342

IVA SOBRE U :	16%	192,055
----------------------	-----	---------

VALOR TOTAL :		21,626,725
----------------------	--	-------------------

PRESUPUESTO SISTEMA DAI ESTACION SUERTE CCM2 SABANA DE TORRES

SISTEMA CONTRAINCENDIO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO SIN IVA	VALOR TOTAL SIN IVA
1	SISTEMA DETECCION DE INCENDIO				
1.1	PANEL DE INCENDIO INCLUYE LA TARJETA ETHERNET	U	1	\$ 22,568,900	\$ 22,568,900
1.2	DETECTOR DE HUMO Y CALOR INCLUYE BASE	U	3	\$ 1,256,000	\$ 3,768,000
1.3	ESTACION MANUAL	U	2	\$ 419,832	\$ 839,664
1.4	SIRENA ESTROBO INCLUYE EL MODULO INTELIGENTE	U	1	\$ 1,856,400	\$ 1,856,400
1.5	MODULO INTELIGENTE SIGA-CR	U	1	\$ 1,156,000	\$ 1,156,000
	SUBTOTAL				\$ 30,188,964
2	CABLES				
2.1	Cable RG59/U	ML	25	\$ 4,116	\$ 2,477,832
2.2	Cable 1x1Px18 AWG	ML	50	\$ 3,090	\$ 818,797
2.3	Cable 1x2Cx16 AWG	ML	35	\$ 1,029	\$ 346,773

	SUBTOTAL				\$ 3,643,402
3	TUBERIA Y ACCESORIOS				
3.1	TUBERIA 1" RMC	ML	25	\$ 38,380	\$ 959,500
3.2	CONDULETA LB 1"	U	7	\$ 49,000	\$ 343,000
3.3	CONDULETA C 1"	U	4	\$ 77,000	\$ 308,000
3.4	UNION UNIVERSAL 1" RMC	U	6	\$ 74,676	\$ 448,056
3.5	UNION UNIVERSASL ¾" RMC	U	7	\$ 68,040	\$ 476,280
3.6	CORAZA FLEXICONDUIT	ML	4	\$ 24,920	\$ 99,680
3.7	TEMINAL CORAZA LTBK75	U	8	\$ 20,300	\$ 162,400
3.8	CAJA DE PASO WJBF040404	U	5	\$ 64,260	\$ 321,300
3.9	CAJA DE PASO 2400	U	7	\$ 3,500	\$ 24,500
4	PLATINA PARA MONTAJE	U	4	\$ 63,000	\$ 252,000
4.1	TERMINALES RMC DE 1"	U	6	\$ 3,500	\$ 21,000
4.2	CAJA DE PASO TP-554	U	9	\$ 105,000	\$ 945,000
4.3	TAPA TP-568	U	9	\$ 9,800	\$ 88,200
	SUBTOTAL				\$ 4,448,916
SUBTOTAL SUMINISTROS					\$ 38,281,282
ADMINISTRACION 10 %					\$ 3,828,128
IMPREVISTOS 8%					\$ 3,062,503
UTILIDAD 7 %					\$ 2,679,690
IVA 16 % SOBRE LA U					\$ 490,000
TOTAL					\$ 47,851,603

PRESUPUESTO DE OBRA		ESPECILIDAD ELECTRICA			Página :	1
INGENIERIA DE DETALLE CAMPO SUERTE		PRESUPUESTO RESUMIDO CCM2			Fecha :	16/11/2011
Item	Actividad	U.M.	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Total	
1 SISTEMA DE MALLA ATIERRA						
1.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE SOLDADURA 90 CADWELD EN MOLDE DE GRAFITO (Y-T-X)	un	25.00	180,640.00	4,516,000.00	
1.2	POZO DE INSPECCION DE TIERRAS CON VARILLA DE TIERRAS	un	4.00	542,659.00	2,170,636.00	
1.3	DERIVACION EN CABLE DE 4/0 A2/0 CON TERMINAL DE COBRE PARA ESTRUCTURAS Y EQUIPOS	un	6.00	109,095.00	654,570.00	
1.4	POZO NO INSPECCIONABLE	un	4.00	302,797.00	1,211,188.00	
Total SISTEMA DE MALLA ATIERRA					8,552,394.00	
2 SISTEMA DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS						
2.1	SUMINISTRO INSTALACION DE CABLE 2/0 AEREO CON GRAPAS DE FIJACION EN MURO	ml	75.00	60,990.00	4,574,250.00	
2.2	PARARRAYOS FRANKLIN	un	4.00	440,603.00	1,762,412.00	

2.3	SUMINISTRO INSTALACION DE SOLDADURA CADWELD PARA TIERRAS	un	6.00	73,865.00	443,190.00
2.4	POZO DE INSPECCION PARA TIERRAS	un	1.00	486,459.00	486,459.00
2.5	DERIVACION EN CABLE 2/0 A 2/0 AWG CON TERMINAL DE COBRE PARA ESTRUCTURAS Y EQUIPOS	un	15.00	109,095.00	1,636,425.00
2.6	POZO NO INSPECCIONABLE	un	1.00	302,797.00	302,797.00
Total SISTEMA DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS					9,205,533.00
3 BANDEJAS PORTACABLES					
3.1	SUMINISTRO INSTALACION DE CABLE 2/0 AWG COBRE DESNUDO AEREO	ml	30.00	60,918.00	1,827,540.00
3.2	SUMINISTRO INSTALACION DE BANDEJAS PORTACABLES 30 CMS SEMIPESADA, GALVANIZADA EN CALIENTE POR 2,4 METROS	ml	30.00	185,907.00	5,577,210.00
3.3	CURVA HORIZONTAL SEMIPESADA DE 90 GRADOS	un	4.00	206,965.00	827,860.00
3.4	SUMINISTRO INSTALACION SOPORTE TIPO REPISA PARA BANDEJA DE 50 CMS EN HIERRO GALVANIZADADO CON PERFIL RANURADO	un	4.00	166,711.00	666,844.00
3.5	SUMINISTRO INSTALACION SOPORTE EN MENSULA DOBLE O SENCILLA CON TODOS LOS ACCESORIOS PARA DERIVACION	un	4.00	151,351.00	605,404.00
Total BANDEJAS PORTACABLES					9,504,858.00
4 CABLES 600 V					
4.1	SUMINISTRO,INSTALACION DE CABLE COBRE /600 V 8 THW Y TERMINAL DE COBRE INSTALADO EN DUCTO RMC Y EN BANDEJA	ml	1,050.00	7,337.00	7,703,850.00
4.2	SUMINISTRO,INSTALACION DE CABLE COBRE /600 V 10 THW Y TERMINAL DE COBRE INSTALADO EN DUCTO RMC Y EN BANDEJA	ml	1,150.00	5,063.00	5,822,450.00
4.3	SUMINISTRO,INSTALACION DE CABLE COBRE /600 V 12 THW Y TERMINAL DE COBRE INSTALADO EN DUCTO RMC Y EN BANDEJA	ml	2,200.00	3,520.00	7,744,000.00

4.4	SUMINISTRO,INSTALACION DE CABLE COBRE MULTIPOLAR 3*12 AWG/THW/600 V	ml	1,250.00	11,250.00	14,062,500.00
4.5	SUMINISTRO,INSTALACION DE CABLE COBRE /600 V 350 MCM Y TERMINAL DE COBRE INSTALADO EN DUCTO RMC Y EN BANDEJA	ml	985.00	99,500.00	98,007,500.00
4.6	SUMINISTRO,INSTALACION DE CABLE COBRE /600 V 1/0 THW Y TERMINAL DE COBRE INSTALADO EN DUCTO RMC Y EN BANDEJA	ml	350.00	54,470.00	19,064,500.00
4.7	SUMINISTRO,INSTALACION DE CABLE COBRE /600 V 4 THW Y TERMINAL DE COBRE INSTALADO EN DUCTO RMC Y EN BANDEJA	ml	1,570.00	26,470.00	41,557,900.00
4.8	SUMINISTRO,INSTALACION DE CABLE COBRE /600 V 6 THW Y TERMINAL DE COBRE INSTALADO EN DUCTO RMC Y EN BANDEJA	ml	930.00	14,670.00	13,643,100.00
4.9	SUMINISTRO,INSTALACION DE CABLE COBRE /600 V 500MCM TERMINAL DE COBRE INSTALADO EN DUCTO RMC EXISTENTE ENTRE G450 Y CCM1A	ml	1,250.00	122,500.00	153,125,000.00
4.9	SUMINISTRO,INSTALACION DE CABLE COBRE /600 V 4/0 TERMINAL DE COBRE INSTALADO EN DUCTO RMC EXISTENTE ENTRE G450 Y CCM1B	ml	675.00	86,500.00	58,387,500.00
Total CABLES 600 V					207,605,800.00
6 CABLE DESNUDO PARA TIERRAS					
6.1	SUMINISTRO,INSTALACION DE CABLE COBRE 2/0 AWG DESNUDO	ml	920.00	59,968.00	55,170,560.00
6.2	SUMINISTRO,INSTALACION DE CABLE COBRE 4/0 AWG DESNUDO	ml	160.00	85,168.00	13,626,880.00
Total CABLE DESNUDO PARA TIERRAS					68,797,440.00
7 TUBERIA CONDUIT GALVANZIADA TIPO PESADO COLMENA					
7.1	SUMINISTRO INSTALACION DE TUBERIA RMC PESADO DE 1"	ml	1,456.00	38,535.00	56,106,960.00
7.2	SUMINISTRO INSTALACION DE TUBERIA RMC PESADO DE 1/2"	ml	385.00	48,300.00	18,595,500.00
7.3	SUMINISTRO INSTALACION DE TUBERIA RMC PESADO DE 2 "	ml	385.00	64,850.00	24,967,250.00
7.4	SUMINISTRO INSTALACION DE TUBERIA RMC PESADO DE 3 "	ml	320.00	130,435.00	41,739,200.00
7.5	SUMINISTRO INSTALACION DE TUBERIA RMC PESADO DE 4 " , INCLUYE ACCESORIOS	ml	285.00	234,350.00	66,789,750.00

Total TUBERIA CONDUIT GALVANZIADA TIPO PESADO COLMENA					141,408,910.00
8 TABLERO SERVICIOS GENERALES CCM-2					
8.1	SUMINISTRO INSTALACION TABLERO SERVICIOS GENERALES CCM-2	un	1.00	14,462,790.00	14,462,790.00
8.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TRANSFORMADOR SECO 35 KVA 480/220/127 V	un	1.00	6,178,450.00	6,178,450.00
8.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAJAS LOCALES DE CONTROL AURORA/CPI/ TEA	un	3.00	11178450	33,535,350.00
Total TABLERO SERVICIOS GENERALES CCM-2					54,176,590.00
9 LUMINARIAS					
9.1	SUMINISTRO INSTALACION DE LUMINARIA 4X18 W INCRUSTAR EN CIELORASO CON REJILLA DIFUSORA	un	6.00	287,299.00	1,723,794.00
9.2	SUMINISTRO INSTALACION DE LUMINARIA 2X9W TIPO WALL PACK	un	8.00	65,199.00	521,592.00
9.3	SUMINISTRO INSTALACION DE LUMINARIA DE EMERGENCIA	un	2.00	457,299.00	914,598.00
Total LUMINARIAS					3,159,984.00
10 INSTALACIONES INTERIORES					
10.1	SUMINISTRO INSTALACION TOMA CORRIENTE DOBLE 110 V SOBRE MURO, INCLUYE TUBERIA Y ACCESORIOS	un	6.00	171,986.00	1,031,916.00
10.2	INTERRUPTOR CONMUTABLE DOBLE	un	2.00	121,921.00	243,842.00
10.3	SUMINISTRO INSTALACION FOTOCELAS	un	1.00	236,583.00	236,583.00
Total INSTALACIONES INTERIORES					1,512,341.00
11 CAJAS DE HALADO					

11.1	SUMINISTRO INSTALACION DE CAJA DE HALADO #3 DE ACUERDO CON EL PLANO CCM-SUE-ECP-EE-PL-07.	un	2.00	2,429,600.00	4,859,200.00
11.2	SUMINISTRO INSTALACION DE CAJA DE HALADO #4 DE ACUERDO CON EL PLANO CCM-SUE-ECP-EE-PL-07.	un	4.00	2,429,600.00	9,718,400.00
Total CAJAS DE HALADO					14,577,600.00
12 INSTALACION CENTRO DE CONTROL DE MOTORES CCM-2					
12.1	TRANSPORTE INSTALACION DESENGUACALAR, Y ANCLAR DE CENTRO DE CONTROL DE MOTORES CCM-2, DESDE LAS BODEGAS DE ECOPEPETROL A SITIO DE LA OBRA	gb	1.00	4,884,524.00	4,884,524.00
12.2	CONEXIONADO DE CASILLAS Y A MOTORES HASTA 25 HP	un	17.00	402,775.00	6,847,175.00
12.3	CONEXIONADO DE CASILLAS Y A MOTORES HASTA 200 HP	un	2.00	523,075.00	1,046,150.00
12.4	CONEXIONADO DE TRANSFORMADORES	un	4.00	450,200.00	1,800,800.00
12.5	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	gb	1.00	7,250,000.00	7,250,000.00
12.6	SUMINISTRO INSTALACIÓN PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA 630 Amp.	un	1.00	65000000	65,000,000.00
12.7	ADECUACION DE CINCO ESPACIOS DISPONIBLES DE CCM EXISTENTE, EQUIPADOS CON LAS MISMAS CARACTERISTICAS DEL CCM EXISTENTE	UN	5.00	6,780,000.00	33,900,000.00
12.8	SUMINISTRO INSTALACIÓN PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE SISTEMA DE NUEVA COLUMNA BLOKSER TIPO MW DE LAS MISMAS CARACTERISTICAS DE LAS EXISTENTES	UN	1.00	54650000	54,650,000.00
12.9	MANTENIMIENTO CCM2, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	GB	1.00	23,650,000.00	23,650,000.00
TOTAL INSTALACION CENTRO DE CONTROL DE MOTORES CCM-2					199,028,649.00
13 ACCESORIOS CONDUIT					
13.3	BOQUILLA TERMINAL PARA TUBO 2	un	20.00	54,923.00	1,098,460.00
13.4	BOQUILLA TERMINAL PARA TUBO 3	un	10.00	79,173.00	791,730.00

10	FLEXI CONDUIT 1	ml	10.00	99,384.00	993,840.00
13.9	FLEXI CONDUIT 2	ml	15.00	146,184.00	2,192,760.00
13.10	FLEXI CONDUIT 3	ml	6.00	242,984.00	1,457,904.00
13.12	SELLOS CORTAFUEGO 1	un	20.00	44,423.00	888,460.00
13.14	CONDULETA C 1	un	10.00	44,423.00	444,230.00
13.16	CONDULETA LB 1	un	16.00	144,323.00	2,309,168.00
13.17	CHANNEL C 4	ml	50.00	122,823.00	6,141,150.00
13.19	UNION UNIVERSAL 1	un	12.00	48,923.00	587,076.00
13.21	UNION UNIVERSAL 2	un	10.00	92,323.00	923,230.00
13.22	UNION UNIVERSAL 3	un	6.00	145,423.00	872,538.00
13.28	SELLOS CORTAFUEGO 2	un	15.00	93,223.00	1,398,345.00
13.29	SELLOS CORTAFUEGO 3	un	16.00	187,423.00	2,998,768.00
13.33	BOQUILLA TERMINAL PARA TUBO 1	un	20.00	22,523.00	450,460.00
Total ACCESORIOS CONDUIT					23,548,119.00
14 ESTACION PULSADORA					
14.1	ESTACION PULSADORA	un	20.00	490,823.00	9,816,460.00
14.2	DESMANTELAMIENTO DE ACOMETIDAS EXISTENTES Y TABLEROS, INCLUYE CORTE Y CONDENADO DE TUBERIAS.	KG	15,700.00	1,350.00	21,195,000.00
Total ESTACION PULSADORA					31,011,460.00
SUBTOTAL					772,089,678.00
ADMINISTRACION				10%	77,208,967.80
IMPREVISTOS				8%	61,767,174.24
UTILIDAD				7%	54,046,277.46
I.V.A. / UTILIDAD				16%	8,647,404.39
TOTAL OBRA					973,759,501.89

ANEXO 6. Cotización replazo equipos

cantidad	Descripción	precio Unitario	precio total
2	Variador de velocidad, 150HP, 110kW, 215 ^a ,380,480V trifásico + terminal gráfico remoto para ATV71	32,453,000	64,906,000
1	Interruptor Automático Tripolar Compact, 65 kA, 630 A, extraíble + Operación Motorizada 120 VAC + Módulo Chasis + Unidad Disparo Electrónica Micrologic 2.0A+4 Contactos Auxiliares de posición OF+2 Contactos de indicación de defecto SD+ Bobina de apertura MX y cierre XF a 120 VAC + 3 Contactos de indicación enchufado, desenchufado, test+ 1 Capota plástica para garantizar IP42	8,300,000	8,300,000
1	Selector dos posiciones fijas, 1NC + 1NO	230,000	230,000
1	Selector tres posiciones con retorno al centro, 1NC + 1NO	250,000	250,000
2	Piloto Push to test verde tipo led, 120V	25,000	50,000
2	Piloto Push to test rojo tipo led, 120V	25,000	50,000
2	Piloto Push to test amarillo tipo led, 120V	25,000	50,000
1	Interruptor Multi9 tipo C60N 1P 10 ^a	48,000	48,000
1	Contacto auxiliar de control 120VAC, 3NO+2NC	212,000	212,000
1	Interruptor multi9 tipo C60N 1P 4 ^a	25,000	25,000
1	Modulo chasis para interruptor extraíble	1,500,000	1,500,000
1	Medidor multifuncional serie PM, Vaux 120-240 Vac	6,200,000	6,200,000
3	Transformador de tensión para medida, 480:V3/110V3, CI 0.5	900,000	2,700,000
3	Transformador de corriente 400/5, VA:4/8/10, CI 0.5/1/3, 65X32mm	1,100,000	3,300,000
1	Arrancador Directo 20HP	2,474,000	2,474,000
1	Arrancador Directo 30HP	2,847,000	2,847,000
3	Salida interruptor 32 ^a	900,000	2,700,000
1	Salida interruptor 32 ^a		

		110,000	110,000
1	Salida interruptor 32ª	150,000	150,000
1	Interruptor Tripolar Compact NS(*), extraíble + Unidad Disparo magnética(*)+Mando rotativo prolongado	7,000,000	7,000,000
1	Contactador (*)A, AC3, Bobina 120V, + Contactos 1NA+1NC+Bloque de contactos auxiliares LADN22	100,000	100,000
1	Relé térmico electrónico, multifuncional, 100-240 Vac+ Comunicación MODBUS	400,000	400,000
1	Microswitch de posición, 1NO+1NC	100,000	100,000
2	Conector de control enchufable 9 puntos	200,000	400,000
1	Selector tres posiciones fijas, 4NO	250,000	250,000
2	Pulsador Reset color negro, 1NO	35,000	70,000
2	Pulsador verde, 1 contacto NO	35,000	70,000
2	Pulsador rojo, 1 contacto NC	35,000	70,000
2	Transformador de control 480/120 VAC 200VA	180,000	360,000
1	Interruptor Tripolar Compact NS (*), 65kA, + Unidad de disparo termomagnética (*) + 1 Contacto Auxiliar de posición OF + 1 Contacto Indicación disparo SD + Mando rotativo prolongado	8,000,000	8,000,000
1	Microswitch de posición, 1NO + 1NC	150,000	150,000
1	Int Multi9, C60N, 6ª, 240V, 10kA, 1 polo, curva C	250,000	250,000
1	Pulsador iluminado tipo led, verde, 120VAC, 1NO	30,000	30,000
1	Pulsador iluminado tipo led, rojo, 120VAC, 1NO	30,000	30,000
1	Pulsador iluminado tipo led, amarillo, 120VAC, 1NO	30,000	30,000
2	Contactador auxiliar de control, 110VAC, 3NO+2NC + 1 Und. Bloque de contactos auxiliares, 2NO+2NC, frontal	400,000	800,000
2	Contactador auxiliar de control, 110 VAC, 3NO+2NC	100,000	200,000
1	Bloque supresor de picos, D40...D115(3P) y D40...D115(4P), varistor, contactor AC-3, LC1F, 265ª, 110VAC.	350,000	350,000
3	Contacto Auxiliar de posición tipo OF, SD, SDE ó SDV. 6ª		

		70,000	210,000
1	Interruptor automático Tripolar fijo NS250N,440VAC, 65kA	300,000	300,000
1	Unidad de disparo 3P,3T,MA220	300,000	300,000
1	Int Multi9, C60N, 4ª, 240V, 10kA,1 polo, curva C	200,000	200,000
1	Potenciómetro de referencia para ATV58-71	70,000	70,000
2	Selector 3 posiciones, 2NO	200,000	400,000
1	Parada de emergencia, tipo hongo, rojo, 1NC	100,000	100,000
3	Termostato 0-60° para cpntrol ventilación, 1NO	80,000	240,000
1	Termostato 0-60° para cpntrol calefacción, 1NC	80,000	80,000
1	Higrostató 35-95%	110,000	110,000
3	Celda metálica autosoportada en lámina galvanizada, incluye bandeja para fijación de equipos, puerta frontal con cierre de tres puntos	5,900,000	17,700,000
		total	134,472,000