



## EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN COLOMBIA

Identificación del trabajo: T3-3  
Medellín, junio 14 de 2017

### CONSOLIDACIÓN CENTROS DE CONTROL DEL GRUPO EPM PARTE 1 CONCEPCIÓN GENERAL

**Autor/es:** JUAN DIEGO ARDILA G., ING. SISTEMAS <sup>1</sup>  
OMAR CARDONA R., ING. SISTEMAS <sup>1</sup>  
LUIS BERNARDO ALVAREZ P., ING. ELÉCTRICO <sup>1</sup>  
RENATO CESPEDES, PHD. <sup>2</sup>

**Empresas:** <sup>1</sup> EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN  
<sup>2</sup> RCONSULTING GROUP

**Cargos:** <sup>1</sup> Profesionales operaciones negocio  
<sup>2</sup> Consultor Internacional

**PALABRAS-CLAVE:** Centros de Control,  
Consolidación

**Código de subtema:** T3-3

#### DATOS DE LA EMPRESA

Dirección: Cr 58 No. 42 - 125  
Código Postal: 28800  
Teléfono: 3804478  
E-Mail: Juan.Ardila@epm.com.co,  
Omar.Cardona.Rendon@epm.com.co,  
Renato.cespedes@rcgsas.com,  
Luis.Alvarez.Perez@epm.com.co

**Abstract — Empresas Públicas de Medellín E.S.P. (EPM) es una compañía con presencia en Colombia, Méjico, Chile, Panamá, Salvador y Guatemala que opera en el sector de los servicios públicos domiciliarios y conexos. Su objeto social es la prestación de los servicios de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica; captación, potabilización, comercialización y distribución de agua potable; recolección y tratamiento de aguas residuales y comercialización y distribución de gas natural. Adicionalmente, la compañía cuenta con la capacidad de prestar servicios de recolección y disposición final de residuos. Durante su trayectoria la empresa se ha caracterizado por la excelencia en la prestación de los servicios públicos y ha evidenciado un crecimiento en su cobertura haciendo presencia tanto a nivel nacional como internacional.**

**Teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, su crecimiento y la criticidad de los servicios que presta, así como también la diversidad de aplicaciones y sistemas SCADA de diferentes fabricantes, arquitecturas, tecnologías y grados de obsolescencia requeridos para la atención de todos negocios, el Grupo EPM ha emprendido la tarea de buscar la optimización de la operación de sus infraestructuras, implementando nuevas tecnologías que permitan una operación multiservicios centralizada usando una plataforma SCADA y aplicaciones avanzadas de mercado. Este documento, el cual corresponde a la Parte 1, hace una descripción de la infraestructura actual de los Centros de Control del Grupo EPM así como de la arquitectura requerida para la plataforma base del proyecto, el sistema SCADA.**

## I. SITUACIÓN ACTUAL

El crecimiento del Grupo EPM a través de adquisiciones de Empresas prestadoras de servicios (hoy filiales), así como las evoluciones tecnológicas han derivado en una gran variedad de tecnologías especializadas para la operación de las infraestructuras de electricidad, aguas y gas, con operaciones distribuidas en múltiples centros de control a nivel nacional desarticulados, con altos niveles de obsolescencia, algunos con dificultades para el soporte por ser sistemas exclusivos o propietarios de algunos fabricantes. Este conjunto de sistemas que el Grupo EPM ha implementado durante los últimos años se muestra en la Figura 1, los cuales en su mayoría son objeto de integración dentro de la nueva plataforma objeto del proyecto.

Durante el diagnóstico de la situación actual se referenció el estado del arte en tecnologías para la prestación de los servicios, encontrando avances importantes en el desarrollo de las redes inteligentes, que con una visión y estrategias claras aportaron elementos de juicio para el diagnóstico y criterios para la identificación de oportunidades para el Grupo EPM.

## II. PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE CENTROS DE CONTROL (CCC)

En el nuevo plan estratégico del Grupo EPM se contempla promover la iniciativa del proyecto denominado Consolidación de Centros de Control, cuya misión fundamental es proveer los mecanismos y herramientas tecnológicas que posibiliten la optimización de la operación centralizada de todas las infraestructuras de servicios de energía, agua y gas del Grupo en Colombia, actualizando su infraestructura tecnológica y locativa para soportar, en tiempo real, las funciones de protección, control, monitoreo y medición asociadas a las infraestructuras de campo de los negocios, posibilitando su operación de forma eficiente, confiable y económica, usando una tecnología compartida.

EPM define la visión del proyecto de consolidación con fundamento en:

1. La evolución tecnológica del sector eléctrico promovido por instituciones internacionales como la IEC, la NIST y la NERC en

desarrollo de los “Roadmaps” hacia las redes inteligentes.

2. Las experiencias positivas del Grupo en el Centro de Control de energía integrando y apoyando las operaciones de los servicios del gas y de energía en las regiones del Quindío (EDEQ) y Bucaramanga (ESSA).

El proyecto consolidará los centros de control nacional y regionales de cada uno de los negocios del Grupo EPM en Colombia, incluyendo:

- a. Implementación de una nueva arquitectura de centros de control jerárquica y homogénea para el Grupo EPM, que incluya dos centros de control nacionales, Principal 1 (P1) y Principal 2 (P2), y cuatro centros de control regionales que en una primera etapa estarán localizados en las filiales de EPM cuyas sedes principales se ubican en Manizales, Armenia, Bucaramanga y Cúcuta. Etapas posteriores pueden extender el número de centros regionales.
- b. Adecuaciones locativas para albergar los centros de control P1 y P2, para servir como Centros de Control Principales (P2) para todos los negocios y empresas del Grupo EPM, incluyendo servicios auxiliares, de acuerdo al diseño realizado por el proyecto.
- c. Infraestructura de telecomunicaciones para conectar los centros de control principales y los centros de control regionales.
- d. Migración de todas las señales y todas las funcionalidades de los sistemas SCADA de EPM Energía, EPM Aguas, EPM Gas, CHEC, EDEQ, ESSA y CENS a la Plataforma Base (Multisitio) – SCADA (Multinegocio) modernizada.
- e. Adquisición, implementación, modernización, reposición y/o expansión de aplicaciones para gestionar, supervisar y controlar la infraestructura de negocio. Para consultar mayor información con respecto a las aplicaciones requeridas, favor consultar la Parte 2 de éste documento.

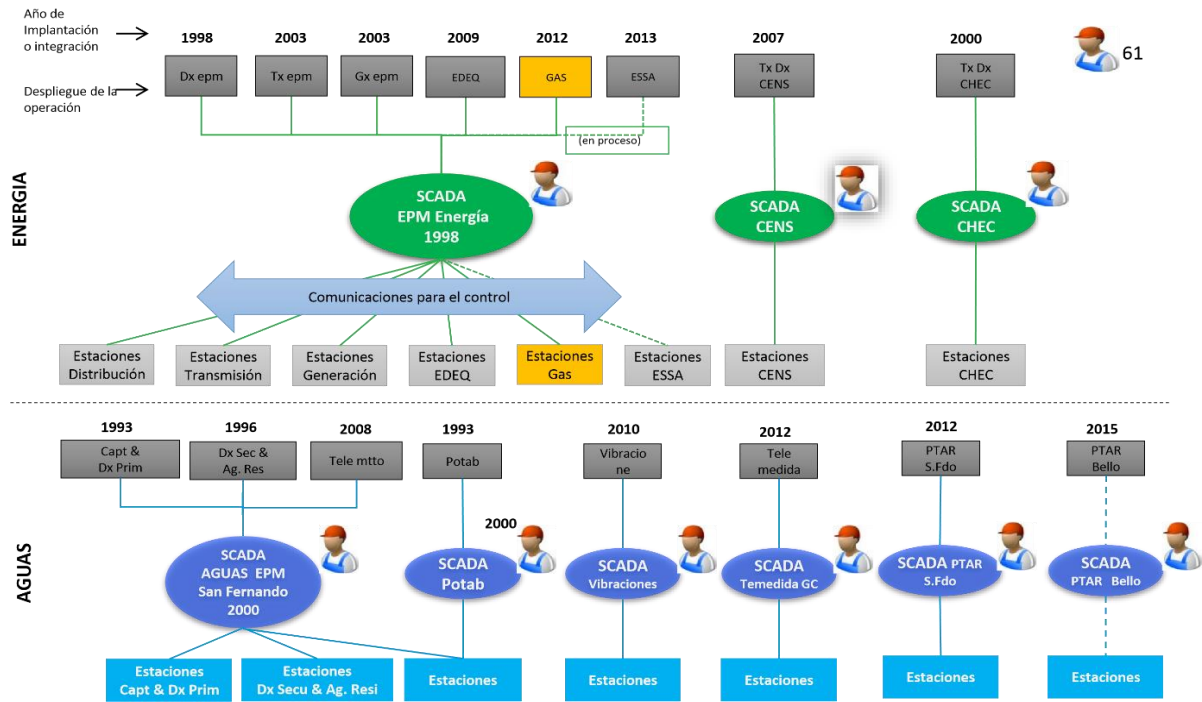


Figura 1 Estado actual sistemas SCADA y Centros de Control

### III. REQUISITOS GENERALES

El diseño conceptual de este proyecto de avanzada está enfocado en aspectos como modularidad, estandarización, interoperabilidad y seguridad con el objetivo de dotar a los diferentes negocios del Grupo EPM con las mejores herramientas para prestar un excelente servicio a los usuarios. Para lograr este objetivo se abordaron temas como monto estimado de la inversión, beneficios esperados, estudios del entorno, estudios de mercados, estudios técnicos, estudios ambientales y sociales, estudios legales o jurídicos, estudio financiero, análisis de riesgos entre otros con el fin de validar la viabilidad del proyecto y desarrollar la ingeniería básica correspondiente.

La plataforma Base de SCADA cumple con exigentes requerimientos que se resumen a continuación:

- a. Alta disponibilidad de las funciones críticas soportadas por los sistemas. Este indicador está calculado por el Contratante en 99.95% para cada centro de control redundante individualmente y 99.99% para el conjunto de centros principales (Principal 1 y Principal 2) medido a través de los procesos de tiempo real y la disponibilidad

de los procesos redundantes utilizados para operar,

- b. El sistema garantiza un alto desempeño tanto para las funciones de la Plataforma Base (Multisitio) como para las aplicaciones soportadas, además de un desempeño adecuado para desarrollar las funciones operativas propias de los negocios del Contratante, en cualquier estado operativo del sistema, incluyendo avalanchas de datos por contingencia de gran magnitud,
- c. La Plataforma Base (Multisitio) del CCC permite la integración e interoperabilidad con sistemas legados o productos de terceros que cumplan estándares internacionales de control industrial o puedan ser integrados con los medios estandarizados requeridos,
- d. La Plataforma Base (Multisitio) del CCC permite su gestión y mantenimiento propios ("centralizado") en conjunto con la gestión de los medios de telecomunicaciones y equipos concentradores y terminales durante todo su ciclo de vida,
- e. La arquitectura del CCC permite la integración de insumos, componentes y partes de múltiples vendedores, de forma que la empresa mantenga eficiencia

operacional, flexibilidad y economía en la gestión del ciclo de vida del CCC.

#### **IV. FUNCIONAMIENTO DE LA PLATAFORMA BASE**

La plataforma base (Multisitio) posibilita la configuración de estos centros de control para gestionar en forma jerárquica y cooperativa los diferentes negocios, mientras que garantizan, con su operación en paralelo, un alto nivel de redundancia entre los centros de control. Los centros de control principales actúan en una arquitectura con un esquema de funcionamiento Principal - Respaldo pero con bases de datos sincronizadas de manera que cada uno de ellos esté listo para asumir el control según la decisión del personal encargado de la operación con una entradas en operación con mínimo tiempo de conmutación. En caso de falla de uno de los dos centros de Control, el otro está en capacidad de asumir la operación completa de los negocios.

Ambos Centros de Control principales garantizan respectivamente:

- Consistencia de la información en tiempo real.
- Consistencia de la información histórica de largo plazo con tiempo de consulta en línea de mínimo 2 años para cualquier dato recibido en la plataforma.

Toda la información histórica en la Plataforma Base, incluyendo datos de SCADA y datos de aplicaciones que deban ser parametrizados para ser almacenados como información histórica, esta almacenada en forma redundante en los centros de control Principal 1 y Principal 2,

La latencia de los datos históricos medida desde el momento en que el dato llega a la plataforma y el momento en que la consulta de un dato histórico se complete mostrando el resultado de la búsqueda no es superior a 10 segundos para consultas de hasta 1000 datos para el 95% de los casos ni mayor a 30 segundos para el 95% de los casos para una consulta de datos de cualquier magnitud superior, adicionalmente se mantiene la consistencia de la información histórica en caso de falla de comunicaciones entre centros principales, entre centros principales y

regionales, o fallas con fuentes de datos de cualquier nivel,

Cada centro de control cuenta con un histórico de corto plazo (por ejemplo 2 meses de almacenamiento de datos parametrizable) que sirven para soportar cálculos, consultas pre-formateadas ágiles, soporte de gráficas de tendencias, etc., y está ubicado en la zona militarizada para uso de los operadores.

#### **V. ARQUITECTURA CONCEPTUAL DEL CCC**

La arquitectura articula componentes, aplicaciones y flujos de información según se ilustra en la 3. Es importante resaltar el nivel de integración que se debe lograr entre las aplicaciones para la gestión del sistema de distribución de gas y la plataforma base-SCADA, así como también con los sistemas corporativos.

Desde su arquitectura conceptual, el proyecto de CCC incorpora como uno de sus pilares la implementación de un modelo semántico común, tomando como referencia las premisas, conceptos y los mismos estándares IEC 61970/61968. (Modelo CIM). En sí mismo este modelo es una abstracción lógica de la realidad con la fuerza de un estándar propuesto por la IEC, para la representación de las infraestructuras para la prestación de los servicios de Generación, Transmisión y Distribución de Energía. Es el resultado de un esfuerzo por establecer un lenguaje o semántica común entre las diferentes aplicaciones y servicios, de manera que la referencia que se haga de cualquier elemento de las redes de energía sea entendida de una única forma.

Si bien el CIM ha sido promulgado por la IEC para la representación de las infraestructuras de las redes de energía, se ha identificado su carácter global el cual permite, mediante la definición de perfiles y extensiones adecuadas su utilización en las redes de Aguas, Gas y Residuos Sólidos. En tal sentido, los trabajos por realizar incluyen una validación del perfil que se defina con el fin de garantizar el cumplimiento de los requerimientos técnicos de los usuarios de estas redes, con énfasis en los aspectos técnicos y operativos que en estas áreas se manejan o atienden.

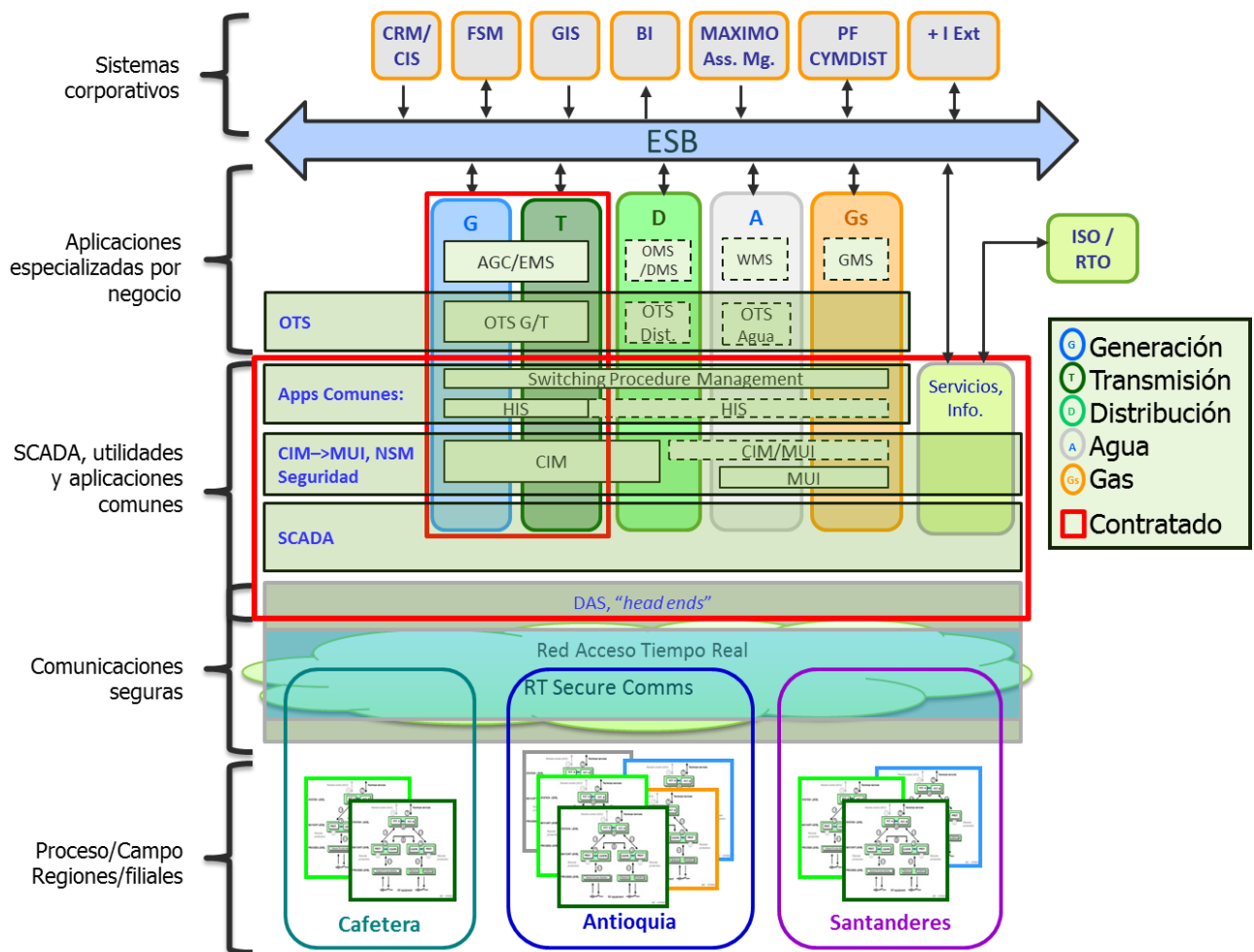


Figura 2 Arquitectura tecnológica para el CCC – Vista conceptual

El plan y estrategia definida para la implementación de este estándar, tendrá en cuenta las particularidades de EPM y sus empresas filiales para lograr construir e implementar lo que se ha denominado como El Modelo Único de Información de las infraestructuras de las redes de servicios de las empresas del Grupo EPM (MUI\_CCC).

## VI. ARQUITECTURA MULTISITIO DE LA PLATAFORMA SCADA

La implementación del esquema denominado Multisite, determina la necesidad de implementar elementos de una arquitectura que brindan escenarios claves y garantizan:

- El intercambio de información entre los sitios definidos,
- Asumir la responsabilidad por alguno de los sitios o inclusive repartir la responsabilidad entre sitios (Concepto conocido como operación distribuida).

Como parte de la arquitectura Multisite se implementarán nodos de adquisición de datos (HEAD-ENDS) locales de los centros de control Principales, Remotos y HEAD-ENDS.

Los HEAD-ENDS constituyendo concentradores de datos multiprotocolo configurables como parte de la funcionalidad Multisite. Los HEAD-ENDS facilitan la comunicación en caso de falla de comunicaciones de forma tal que por ejemplo los centros de control Principal 1 y Principal 2 puedan funcionar como respaldo de los centros de control regionales.

En la Figura 4 se muestra un esquema de la arquitectura del sistema de adquisición de datos. En esta se identifican los diferentes niveles jerárquicos que reciben, procesan y hacen uso de la información adquirida por los elementos destinados para tal fin, como por ejemplo las RTUs.



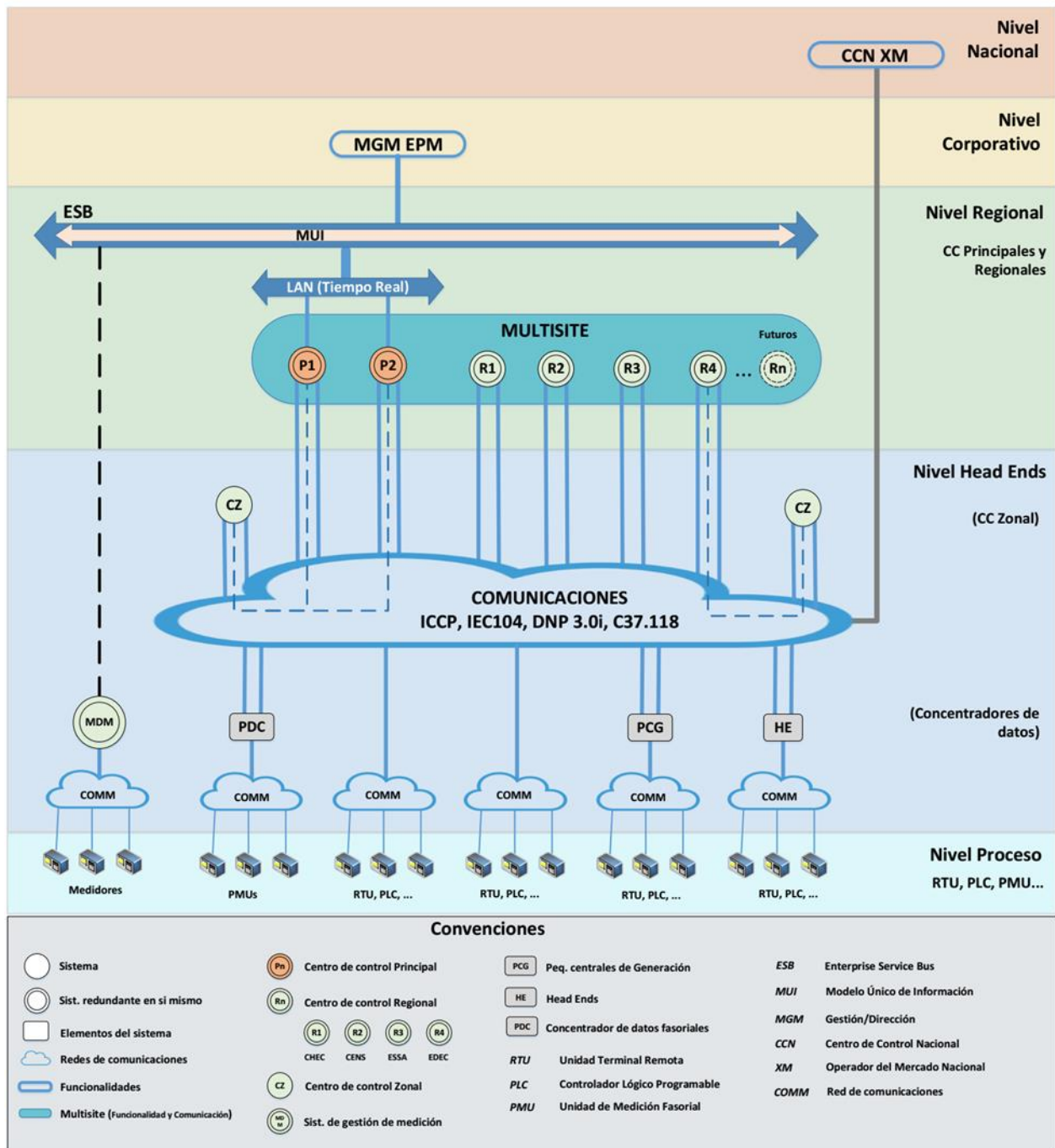


Figura 4 Arquitectura General del CCC

Se esquematiza que en operación normal cuando todos los sistemas se encuentran operando, cada uno de los sistemas de nivel regional funciona con los datos adquiridos de un conjunto definido de elementos de Nivel de proceso y/o nivel de Head-Ends. Sin embargo, en caso de falla total de uno de estos centros que hacen parte de la plataforma, los centros P1/P2 toman las funciones de los centros regionales y por lo tanto comienzan a interactuar en forma directa con los niveles de proceso y/o nivel de Head-Ends cuyos datos se dirigen al Nivel Regional por medio del sistema de comunicaciones redundante disponible.

## VII. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Para el desarrollo del proyecto se utiliza una metodología, de acuerdo con los lineamientos del Banco Mundial (BM), que indica que los contratos de grandes proporciones relacionados con proyectos de tecnología y sistemas de información (TI) que implican mezclas de suministro de diversas tecnologías duras (Hardware) y blandas (Software) con servicios de ingeniería profesional (Services), deben someterse a procesos de evaluación detallados que incluyan un análisis de todos los

aspectos tanto técnicos como económicos que puedan afectar la toma de decisión.

La Figura 5 presenta los principales aspectos en cuanto a Riesgos, Tecnología, Mercado y Toma de Decisiones que se tuvieron en cuenta y que definen el entorno de desarrollo de proyecto y plantean una serie de necesidades que son atendidas, de una parte con la implementación de la Plataforma Base (Multisito) con un SCADA (Multinegocio) y, de otra, con el conjunto de aplicaciones requeridas para cada negocio que se describen en la Parte 2 de este conjunto de artículos, incluyendo las del sistema de distribución de energía eléctrica y aplicaciones para los negocios de agua y gas. En el artículo complementario también se describen los beneficios esperados y detalles adicionales del desarrollo del proyecto.

## VIII. CONCLUSIONES

EPM se encuentra desarrollando un ambicioso proyecto de consolidación de varios centros de control con moderna tecnología que busca, aprovechando las mejores soluciones de mercado, implementar unos sistemas de control multiservicios con una cobertura amplia que soporte los diferentes negocios de su operación de casa matriz y de sus filiales. Los retos de este proyecto ambicioso, con pocos similares en su género a nivel mundial, se han afrontado con una visión de futuro que se estima producirán resultados y beneficios importantes que soportarán la proyección de los negocios del Grupo EPM consolidando su posición de vanguardia dentro de la evolución esperada del sector eléctrico.

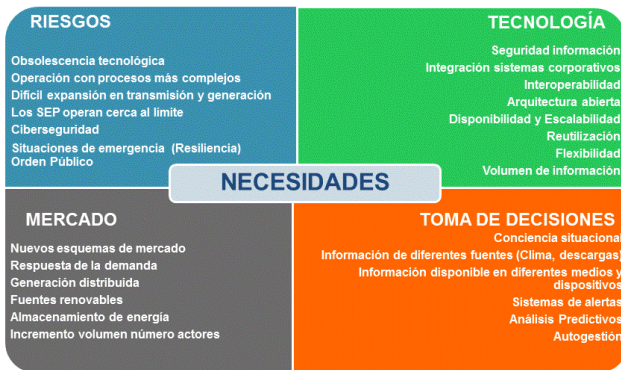


Figura 5 Necesidades de la plataforma base y las aplicaciones