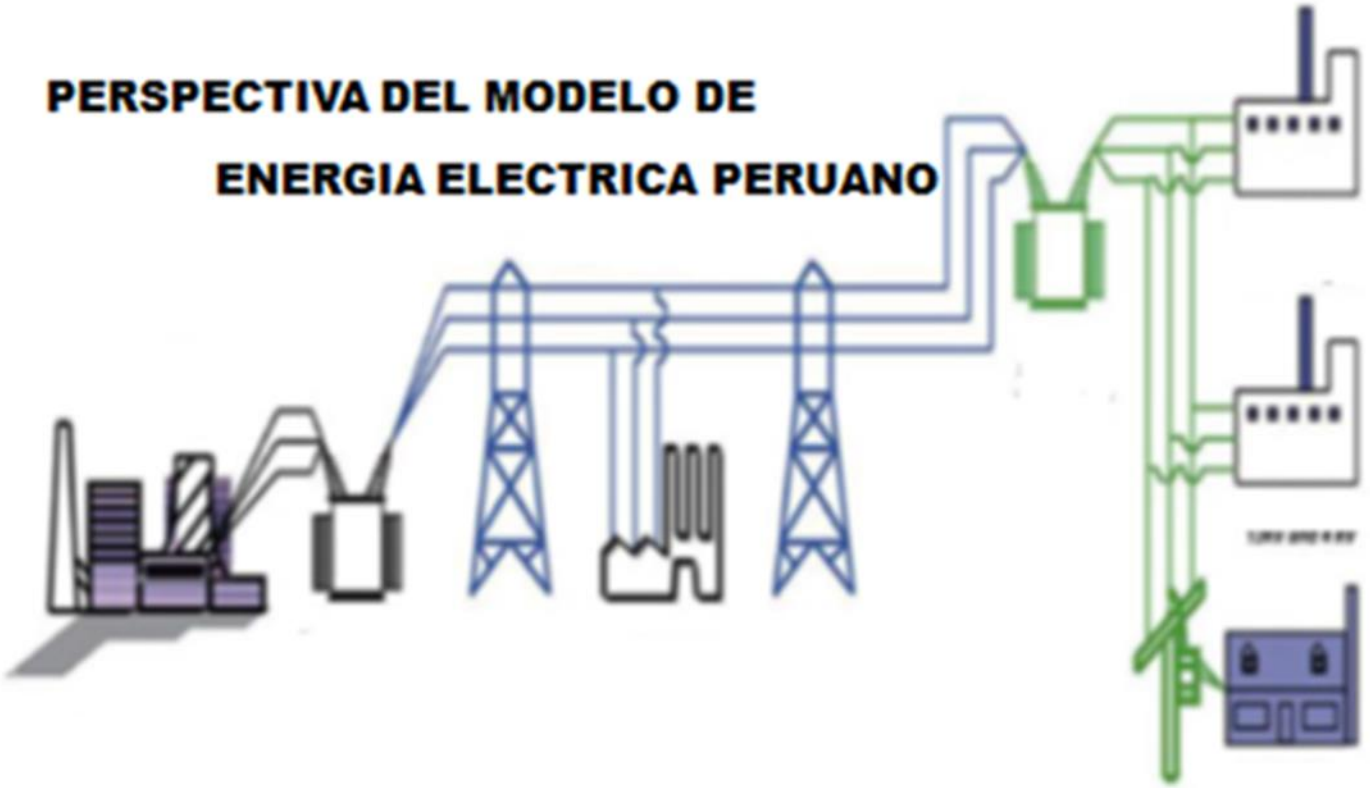
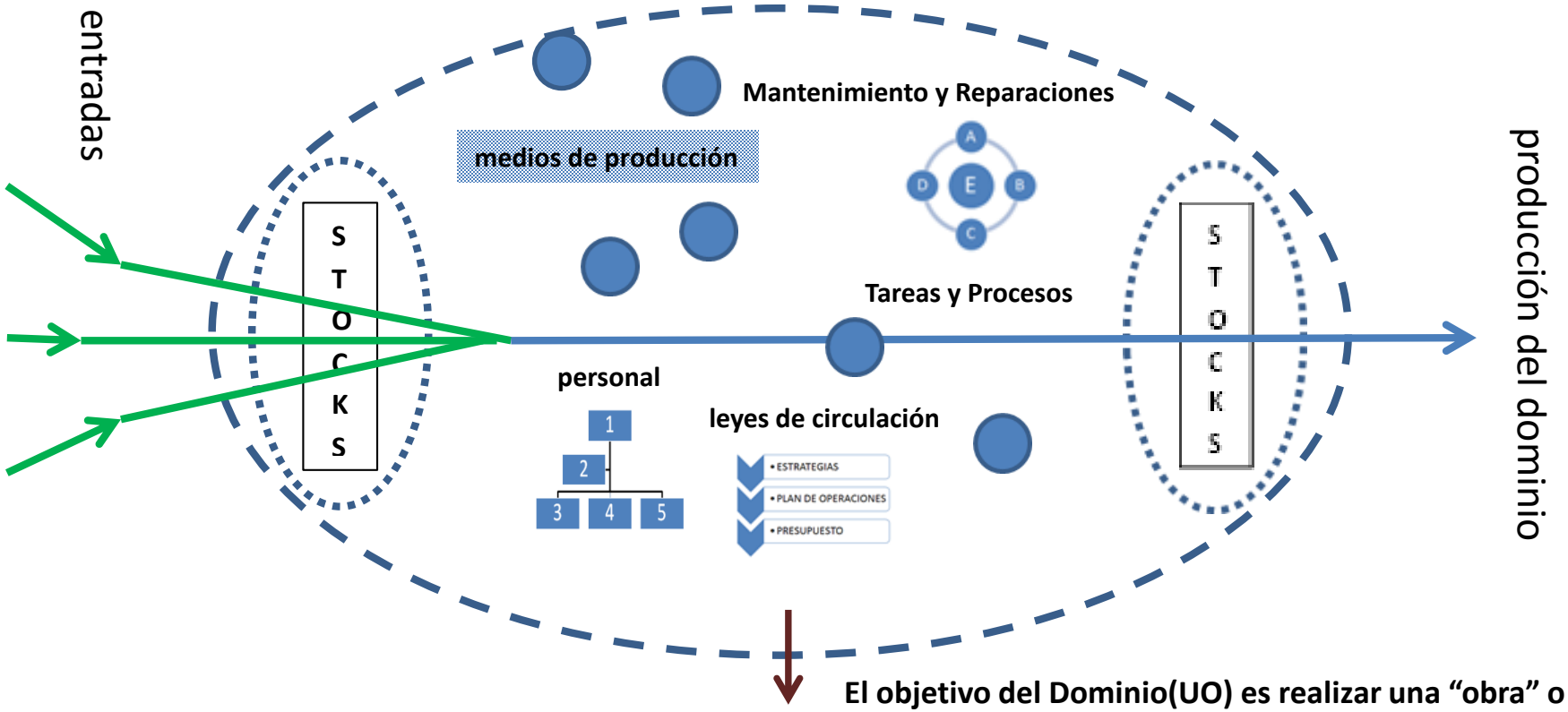
# PERSPECTIVA DEL MODELO DE ENERGIA ELECTRICA PERUANO



EXPOSICION
ING. JAIME BUENO
18-04-2018

# DOMINIO

**Compartimiento que da origen y limita una Unidad de Organización (UO).**




**El objetivo del Dominio(UO) es realizar una "obra" o servicio cuya venta permitirá concretar un beneficio.**

# CARACTERÍSTICAS DEL DOMINIO

La observación estática de un dominio permite siempre distinguir:

- Los medios de producción
- Personal, encargado de asegurar la marcha correcta de los medios de producción, tanto directa como indirectamente (es decir, incluyendo los trabajos de mantenimiento y reparaciones);
- Materia prima o las piezas sobre las cuales se llevan a cabo los esfuerzos del dominio para realizar una etapa de la fabricación.

Luego, la observación cinemática, descubriremos toda una serie de movimientos o circulaciones:

- de ciertos medios de producción;
- de personal;
- de la materiales y de las piezas e insumos;
- de los documentos e informaciones escritos u orales;
- entradas del exterior hacia el interior del dominio;
- salidas, hacia el exterior del dominio, de la producción; algunas veces mermas o desechos( que pueden ser contaminantes).

# OBJETO DE LA ORGANIZACION DE UN DOMINIO

- La observación de un dominio nos ha mostrado esencialmente que es la sede de un gran número de circulaciones, tanto en su interior como en sus fronteras. Dejar que estas circulaciones se realicen al azar conduciría rápidamente el dominio a una actividad prácticamente nula (mientras que su razón de ser es producir), incluso a su destrucción, a causa de las «colisiones» y «embotellamientos» que no dejarían de producirse, y finalmente barreras . Es por lo tanto necesario coordinarlos, es decir, prever y dirigir todos estos movimientos estableciendo reglas de circulación; éste es el papel esencial de la organización.
- Vista desde este aspecto, la organización de un dominio consiste en dotarle de una «cinemática» rápida y armoniosa, para tener eficacia y continuidad.

# CRITERIOS DE ORGANIZACION

- Debido a que los parámetros son numerosos y que la búsqueda de una solución, simplemente armoniosa, es un objetivo que tiene diversas soluciones satisfactorias. Se debe por tanto realizar una elección entre las diferentes posibilidades, y conviene definir el objeto perseguido, para tal fin.
- Se puede, en el interior de un dominio, y en límite de sus posibilidades, tratar de obtener un valor tan grande como posible de la producción, del rendimiento, de la cifra de ventas o del beneficio, a menos que se prefiera reducir todo lo posible los gastos o los precios de coste. Estos objetivos no son necesariamente compatibles y según sea el que se persiga, un problema de organización tendrá soluciones diferentes; de ahí la importancia de la elección preliminar.
- El estudio de los criterios que pueden servir de base para la resolución de un problema de organización, no es siempre sencillo; precisa un excelente conocimiento del dominio estudiado y de su situación en un dominio más vasto. Es muy recomendable dedicar a este estudio preliminar todo el tiempo de reflexión necesario, al objeto de obviar los criterios inadecuados. Con frecuencia, debido a que, sin saberlo, utilizan criterios distintos, los organizadores obtienen soluciones distintas.
- Cualquiera que sea el criterio elegido, conduce la mayoría de las veces a una función que se trata de maximizar o de minimizar. Esta función toma entonces el nombre de función económica, que conviene optimizar.

# COMO SE PLANTEA UN PROBLEMA DE ORGANIZACION

Que el dominio está completamente definido,

Que se conocen las posibilidades del personal así como las de todos los medios de producción, y se desea determinar, optimando la función económica:

- La producción del dominio,
- El personal total necesario, así como el trabajo de cada obrero,
- Las tareas de los diversos medios de producción,
- Todas las leyes de circulación,
- La política de mantenimiento y de reparación de los medios de producción,
- Los flujos de las entradas y de las salidas,
- El volumen de los stocks.

un problema de organización planteado , debe resolverse sin modificar las características del dominio, determinando únicamente la mejor «cinemática» capaz de alcanzar de la mejor manera posible los objetivos resumidos en la función económica, ya que modificar el dominio equivale a plantear un nuevo problema, con nuevos datos y probablemente una nueva función económica. Lo que no equivale a decir evidentemente que toda modificación del dominio estudiado esté prohibida, lo cual sería contrario a la búsqueda del progreso, ya que el estudio de un problema hace aparecer muy frecuentemente el interés de eventuales modificaciones que aportarían mejoras y simplificaciones del dominio.

Pero es esencial darse cuenta de que, si tales sugestiones son retenidas y efectivamente realizadas, se plantea un nuevo problema de organización, que es siempre distinto del problema inicial. Frecuentemente un problema de organización conduce de esta forma a una cascada de problemas que conviene distinguir claramente unos de otros.

# OPTIMACION Y SUBOPTIMACION

Una tendencia muy natural consiste en limitar un problema de organización en un dominio tan reducido como sea posible, por la evidente ventaja de simplificar el estudio, pero ella no está exenta de peligros. En efecto, todo dominio forma parte de un dominio más vasto y nada prueba que la optimación del primero corresponda igualmente a la del segundo. Se dirá entonces que la optimación del dominio menor sólo conduce a una sub optimación del dominio más vasto dentro del cual está incluido.

Frecuentemente nos vemos obligados a contentarnos con la sub optimación, pues los estudios de optimación general son rápidamente vastos y complejos, pero debemos asegurarnos siempre de que el estudio limitado a un dominio restringido conserva su valor en los dominios más extensos.

# OTROS ASPECTOS DE LOS PROBLEMAS DE ORGANIZACION

Recordemos la manera como hemos planteado un problema de organización y que se resume así: determinar todas las circulaciones que aparecen en un dominio para optimar la función económica que le es propia. Ahora bien, si este aspecto de la organización permite efectivamente proponer soluciones que colocan un dominio en buenas condiciones, estas soluciones no son exclusivas aunque sean indispensables. Se debe tener en cuenta otros aspectos de importancia y contribuyen igualmente a alcanzar el óptimo de la función económica; como:

- Gestión apropiada que lidere con éxito la mejora continua, siguiendo estrategias de aprendizaje y capacitación para la formación profesional, destinada a instruir al personal a fin de aumentar su eficacia; e implementación de procesos de calidad y mas económicos en la fabricación y atención de los clientes.
- Monitoreo y controles de fabricación y de gestión.
- Seguridad y de control previo de riesgos de accidentes y de impactos de la naturaleza y otros relacionados con las actividades de ser humano.
- Cumplir con el cuidado del Medio Ambiente.
- Cumplir con la responsabilidad social con el entorno

Todo ello concurre poderosamente a la organización de un dominio para conducirlo hacia su óptimo económico, sin embargo pueda que las soluciones propuestas y calculadas tengan impactos negativos en el clima de trabajo en su dominio; estos últimos elementos le podrán llevar a retrasar pasajeramente o a eliminar definitivamente una solución que aparecía como la mejor desde el punto de vista matemático.

De ahí el interés que puede haber en conocer no solamente la solución óptima, sino igualmente aquellas otras cercanas al optimo.

# BUSQUEDA DEL OPTIMO

La resolución de un problema de organización, no es sencillo. Precisa de un excelente conocimiento del dominio y de su situación en un dominio más vasto. Si el dominio es muy grande y complejo, debe separarse en varios dominios, lo que simplifica el trabajo y mejora el conocimiento de las condiciones del dominio, pero con cuidado, porque no siempre el optimo resulta el mismo.

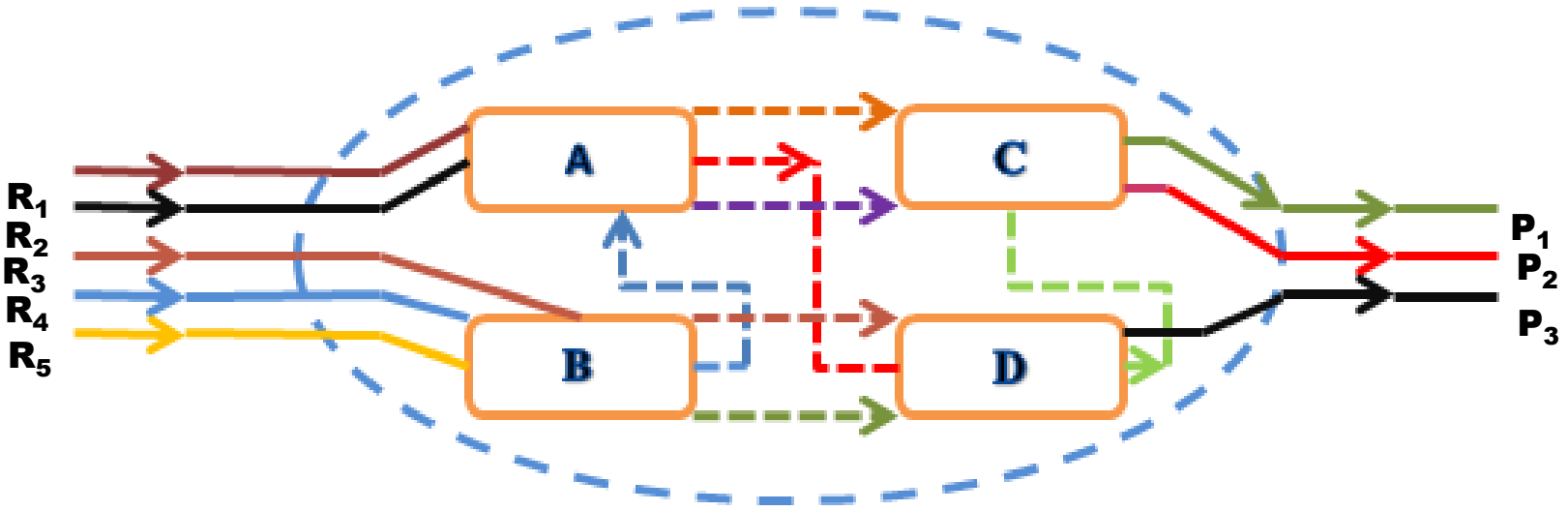
El conocimiento, análisis y determinación de las leyes de circulación , requiere del uso de herramientas y modelos estadísticos:

- Ley de Gauss (o Ley Normal
- Ley de Galton (o Ley Logarítmico-Normal)
- Ley Binomial
- Ley de Polisón

Para las soluciones de la función económica y búsqueda del optimo , se usan una serie de herramientas como:

- REPRESENTACIONES ESQUEMATICAS
  - Los Gráficos de Circulación
  - Diagramas de Actividad Múltiple
  - Gráficos de Gantt
  - Gráficos de Montaje
- LOS MODELOS MATEMATICO S
  - Modelos Determinista
  - Modelos Probabilísticos
- LA SIMULACION
  - La Simulación Propiamente Dicha
  - El Método de Montecarlo

# FUNCION ECONOMICA A MAXIMIZAR O MINIMIZAR



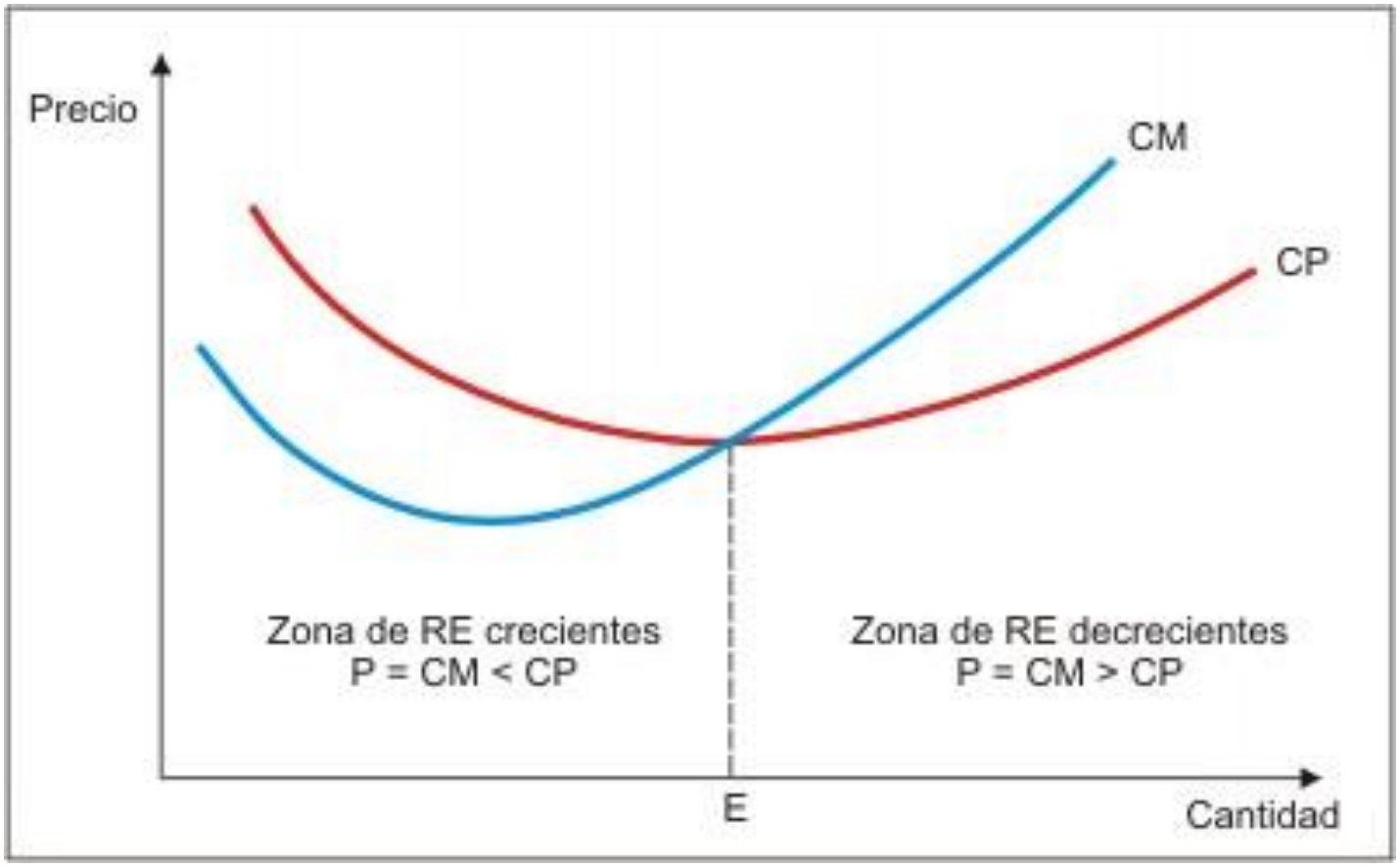

Suponiendo que las máquinas (o talleres) de un dominio 1,2,..,i y procesan los recursos(materias primas) R1,R2,…,Rn que ingresan en el dominio. Cada máquina i efectúa sobre las materias operaciones, cuyas probabilidades de operación pi y duraciones Ti son conocidas; por consiguiente, cada máquina puede producir ciertos números Xi, de piezas Pi, tales que cumplan la relación lineal:

p1T1 X1 + p2T2 X2 + ... + pnTnXn < TP= suma de las capacidades de las maquinas

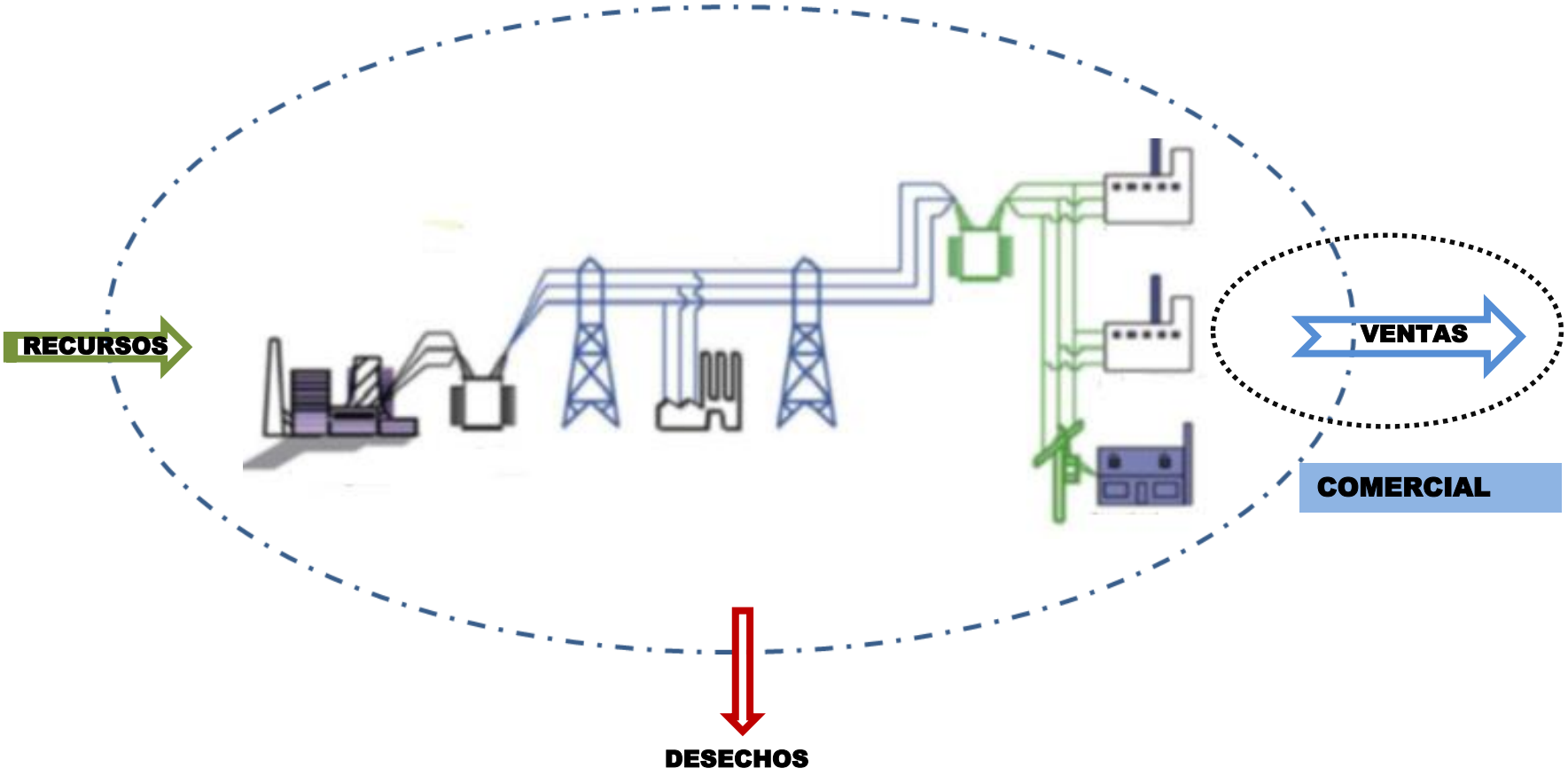
Y el dominio tiene las siguientes restricciones:

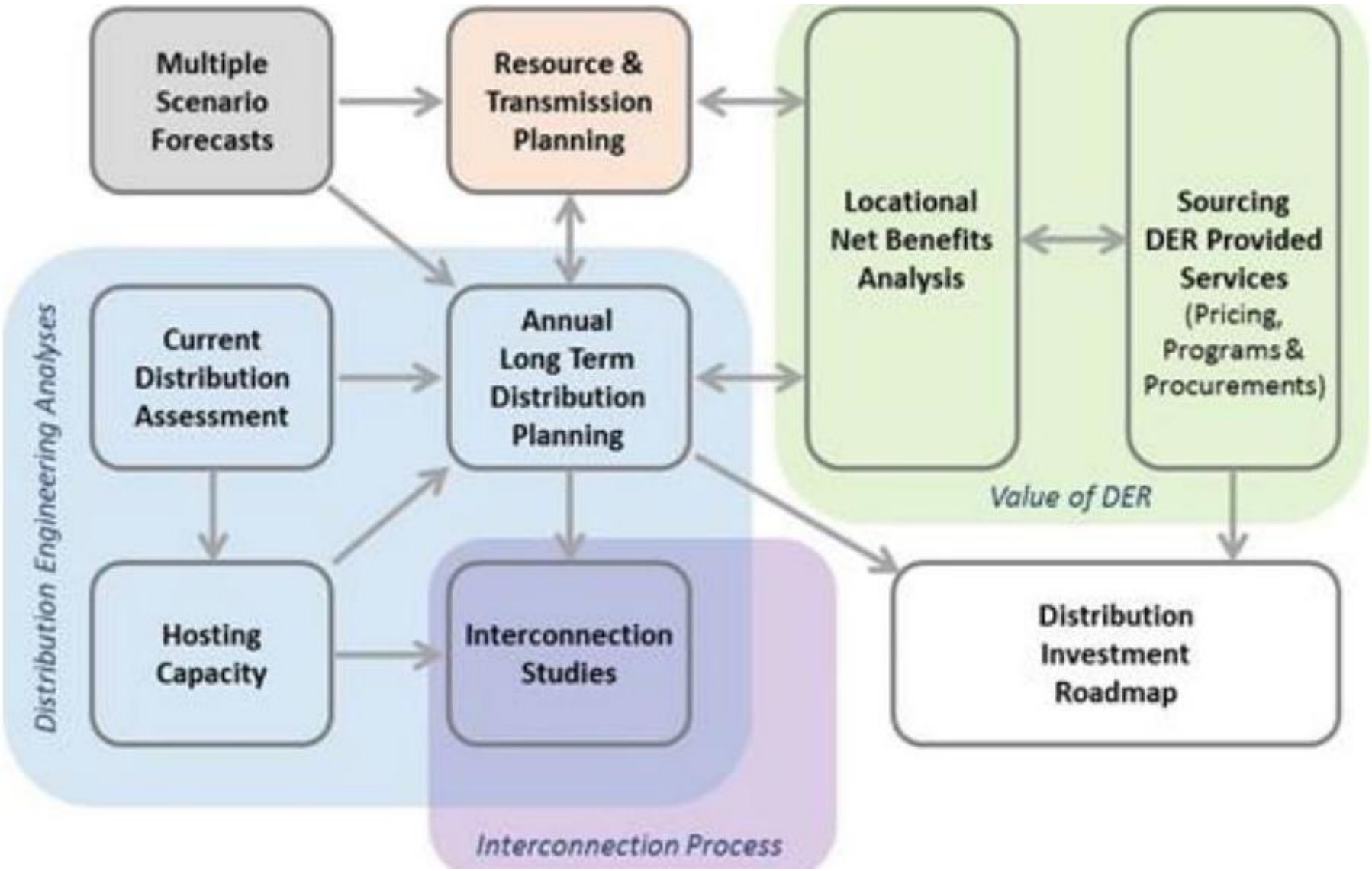
1. R1 +R2 < K1X1+K2X3
2. R3 +R4 +R5 < aX2 + bX4 +cX5

Donde las constantes tienen rangos conocidos


Precio
CM
CP
Zona de RE crecientes
P = CM < CP
Zona de RE decrecientes
P = CM > CP
E
Cantidad

# EL MODELO DE ENERGIA ELECTRICA




Multiple Scenario Forecasts
Resource & Transmission Planning
Locational Net Benefits Analysis
Sourcing DER Provided Services (Pricing, Programs & Procurements)
Value of DER
Distribution Engineering Analyses
Current Distribution Assessment
Annual Long Term Distribution Planning
Hosting Capacity
Interconnection Studies
Interconnection Process
Distribution Investment Roadmap

RECEIVED
October 31, 2014
INDIANA UTILITY
REGULATORY COMMISSION

# Indianapolis Power & Light Company

# 2014 Integrated Resource Plan

Public Version

**October 31, 2014**

*Appendix B*

# Summary of Equations and Glossary of Symbols

## Basic Equations

### Participant Test

NPVP = BP - CP
NPVavp = (BP - CP) / P
BCRP = BP/CP
DPP = min j such that Bj > Cj

### Ratepayer Impact Measure Test

LRIRIM = (CRIM - BRIM) / E
FRIRIM = (CRIM - BRIM) / E for t = 1
ARIRIMt = FRIRIM for t = 1
= (CRIMt- BRIMt )/Et for t=2,... ,N
NPVRIM = BRIM — CRIM
BCRRIM = BRIM /CRIM

### Total Resource Cost Test

NPVTRC = BTRC - CTRC
BCRTRC = BTRC / CTRC
LCTRC = LCRC / IMP

### Program Administrator Cost Test

NPVpa = Bpa - Cpa
BCRpa = Bpa / Cpa
LCpa = LCpa / IMP

# Benefits and Costs

## Participant Test

$$Bp = \sum_{t=1}^{N} \frac{BR_t + TC_t + INC_t}{(1+d)^{t-1}} + \sum_{t=1}^{N} \frac{AB_{at} + PAC_{at}}{(1+d)^{t-1}}$$

$$Cp \sum_{t=1}^{N} \frac{PC_t + BI_t}{(1+d)^{t-1}}$$

## Ratepayer Impact Measure Test

$$B_{RIM} = \sum_{t=1}^{N} \frac{UAC_t + RG_t}{(1+d)^{t-1}} + \sum_{t=1}^{N} \frac{UAC_{at}}{(1+d)^{t-1}}$$

$$C_{RIM} = \sum_{t=1}^{N} \frac{UIC_t + RL_t + PRC_t + INC_t}{(1+d)^{t-1}} + \sum_{t=1}^{N} \frac{RL_{at}}{(1+d)^{t-1}}$$

$$E = \sum_{t=1}^{N} \frac{E_t}{(1+d)^{t-1}}$$

## Total Resource Cost Test

$$B_{TRC} = \sum_{t=1}^{N} \frac{UAC_t + TC_t}{(1+d)^{t-1}} + \sum_{t=1}^{N} \frac{UAC_{at} + PAC_{at}}{(1+d)^{t-1}}$$

$$C_{TRC} = \sum_{t=1}^{N} \frac{PRC_t + PCN_t + UIC_t}{(1+d)^{t-1}}$$

$$L_{TRC} = \sum_{t=1}^{N} \frac{PRC_t + PCN_t - TC_t}{(1+d)^{t-1}}$$

$$IMP = \sum_{t=1}^{n} \frac{\left[ (\sum_{i=1}^{n} \Delta EN_{it}) \; or \; (\Delta DN_{it} \; where \; I = peak \; period) \right]}{(1+d)^{t-1}}$$

## Program Administrator Cost Test

$$B_{pa} = \sum_{t=1}^{N} \frac{UAC_t}{(1+d)^{t-1}} + \sum_{t=1}^{N} \frac{UAC_{at}}{(1+d)^{t-1}}$$

$$C_{pa} = \sum_{t=1}^{N} \frac{PRC_t + INC_t + UIC_t}{(1+d)^{t-1}}$$

$$LCPA = \sum_{t=1}^{N} \frac{PRC_t + INC_t}{(1+d)^{t-1}}$$

Section 1 EXECUTIVE SUMMARY..... 1

Section 2 THE CHANGING BUSINESS LANDSCAPE .....16

Section 3 ENVIRONMENTAL RULES and REGULATIONS .....28

Section 4INTEGRATION..... 41

- IRP Modeling Scenarios.....50
- Evaluation of Scenario Resource Plans .....58
- Plan 1 Expansion.....60
- Plan 2 Expansion.....61
- Plan 3 Expansion..... 62
- Plan 4 Expansion..... 63
- Plan 5 Expansion..... 64
- PVRR Scenario Results for the Resource Plans..... 65

Section 4A RESOURCE OPTIONS ..... 84

- Natural Gas ..... 89
- Shale and the New Gas Supply Paradigm..... 90
- Simple-Cycle Combustion Turbine ..... 91
- Combined Cycle Gas Turbine.....91
- Nuclear and Renewables..... 92
- Nuclear..... 92
- Wind..... 93
- Solar ..... 94
- Hydroelectric Resources..... 94
- Distributed Generation ..... 95

Section 4B DEMAND SIDE MANAGEMENT..... 97
- Residential Programs..... 115
- Commercial and Industrial Programs..... .119
- Electric Vehicles.....122

Section 4C. TRANSMISSION AND DISTRIBUTION..... 124
- Distributed Generation Connections..... 136
- Electric Vehicle Projects..... 136
- Cyber Security and Interoperability Standards..... 137
- Future Smart Grid Expectations..... 137

Section 4D. MARKET TRENDS AND FORECASTS..... 139
- Market Transactions ..... 153

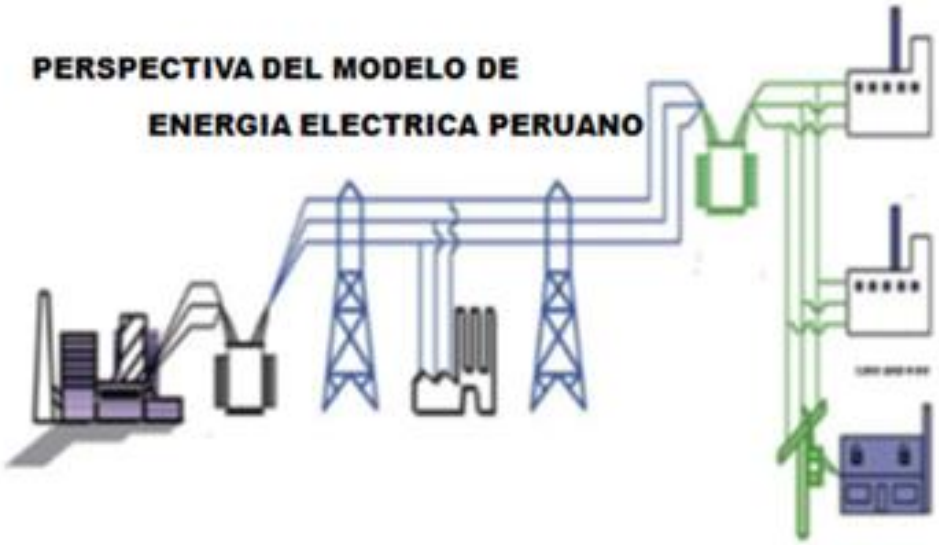
Section 5 SHORT-TERM ACTION PLAN ..... 154

# CUADRO DE MANDO INTEGRAL DEL MODELO DE GESTION DEL SECTOR DE ENERGIA ELECTRICA

| FACTORES EN EVALUACION | TIPO | DIAGNOSTICO | AJUSTES I/O CAMBIOS |
|---|---|---|---|
| • Recursos | 1 Hidrico | No se está aprovechando el gran potencial de CH en los Andes. | Evaluar potencial con atención al cuidado del MA y con RS al 100%. |
| | 2. Gas Natural | Causo caída de precios del Petroleo. No es real el beneficio econ. En Perú. | Beneficio real y eficiencia en generacion. ¿Consumir o exportar? |
| | 3. Petroleo y Carbón | Pueblos aislados siguen con P, usan C interezados. Ojo con el transporte. | Optar por Biodisel (y del carbon). Se viene el carro electrico, nos conviene |
| | 4. Limpias y Renovables | Hay un retrazo importamnte en uso de recursos renovables y limpios -P | La tecnologia baja los precios continuamente. Promover + proyec. |
| • Demanda | 5. Demanda Demografica | El consumo por familia es aun bajo. La zona rural no atendida es aun grande | Evaluar el consumo y sus caract. y promover el confort y buen uso |
| | 6. Comercial e Industrial | Poca industria, pero un empuje comercial y tur., ambos van con el PBI. | La introduccion del sector comercial ayuda al consumo eficiente y ML |
| | 7. Exportacion | No contemplamos la exportacion, pero se exporta el recurso gas. | Sin industria es mejor exportar energia electrica. D Comercial. |
| • Oferta | 8. Generacion | El modelo fue eficaz aunque a precio bajo de gas y a poca eficiencia | Ir a precios reales y exigiendo eficacias minimas + ER |
| | 9. Transmision | Buen desarrollo aunque con inversion cada vez mas alta e insuficiente. | Incentivar su dearrollo y revisar el metodos de evaluarlas. |
| | 10. Distribucion | Falta infraestructura incluso en Lima y mas aun en el resto del pais. | Revisarlas densidades y las tarifas y metodologia de evaluacion |
| • Eficiencia | 11. Eficiencia del Sitema y Uso | Fue un quinquenio de disminucion. Sobre todo en generacion | Especificar eficiencias minimas y referenciar a precios reales. |
| | 12. E Inteligente | Hay muy poco, el avance tecnologico nos gana. En Uso va + por influencia | Sopesar la creacion del sector comercial. Seria un Driver. |
| | 13. GD, Almacena. Y Otros | Hay un retrazo imortante en GD.Y almac. Es un tema nuy nuevo. | Promocionar el almacenamiento para los carros electricos. |
| • Digitalización | 14. Automatizacion | Se tiene un avance, pero no llegamos aun a apreciar sus virtudes. | Empezar a incluir en las simulaciones, los sistemas crecen y son + complejos |
| • Generación D | 15. DER | Sera factor determinante en el futuro, dado que el gas se terminara. | El area comercail sera tambien un buen driver. |

G R A C I A S

H A S T A  L A  V I S T A




EXPOSICION
ING. JAIME BUENO
18-04-2018