Estudio de Mercado  
EE & ER   
Hospitales y Clínicas Privados. Versión 4.



marzo de 2013

**TABLA DE CONTENIDO**

[1. RESUMEN 4](#_Toc348988268)

[2. INTRODUCCIÓN 6](#_Toc348988269)

[3. OBJETIVO 7](#_Toc348988270)

[3.1. Objetivo general 7](#_Toc348988274)

[3.2. Objetivos específicos 7](#_Toc348988275)

[4. METODOLOGÍA 8](#_Toc348988276)

[5. ANÁLISIS DEL MERCADO 9](#_Toc348988277)

[5.1. Participación del sector de Servicios de salud en el PIB 9](#_Toc348988280)

[5.2. Generación de empleo en el sector de la salud 10](#_Toc348988281)

[5.3. Establecimientos de salud. 11](#_Toc348988282)

[5.4. Segmentación del mercado objetivo 12](#_Toc348988283)

[5.4.1 Criterios para la segmentación del mercado 12](#_Toc348988284)

[5.4.2 Segmentación por ciudades principales 13](#_Toc348988285)

[5.4.3 Cálculo de la distribución según tamaño de los hospitales 14](#_Toc348988286)

[6. CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA Y COSTOS ENERGÉTICOS DE OPERACIÓN 15](#_Toc348988287)

[7. ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS 18](#_Toc348988288)

[7.1. Sistema de control del Aire Acondicionado 18](#_Toc348988291)

[7.2. Aire Acondicionado de Alta Eficiencia 19](#_Toc348988292)

[7.3. Energía solar térmica para calentamiento de agua 20](#_Toc348988293)

[7.4. Sustitución de Calderas 21](#_Toc348988294)

[7.5. Cogeneración 23](#_Toc348988295)

[8. ANÁLISIS DE AHORROS Y REDUCCIÓN DE EMISIONES 26](#_Toc348988296)

[8.1. Potencial de Reducción Consumo Energía 26](#_Toc348988298)

[8.2. Potencial de Reducción de Costos Energéticos 27](#_Toc348988299)

[8.3. Potencial de Reducción de Emisiones de GEI 28](#_Toc348988300)

[8.4. Potencial de Inversión por Tecnología 29](#_Toc348988301)

[8.4.1 Inversión, ahorros anuales, reducción de emisiones GEI 29](#_Toc348988302)

[8.4.2 Costo marginal de abatimiento de GEI. 30](#_Toc348988303)

[9. POTENCIAL DE PROYECTOS Y HOSPITALES BENEFICIADOS. 31](#_Toc348988305)

[9.1. Inversión estimada 33](#_Toc348988307)

[9.2. Ahorros energéticos y reducción de emisiones GEI 33](#_Toc348988308)

[10. CONCLUSIONES 34](#_Toc348988309)

[11. REFERENCIAS 35](#_Toc348988310)

# RESUMEN

Los resultados que se exponen en este documento, corresponde a un estudio de carácter sectorial basado en información y datos disponibles tanto de fuentes oficiales como de terceras partes relevantes y de encuestas realizadas con hospitales públicos y privados. Los supuestos realizados están basados en la experiencia de entidades que han trabajado en el sector durante los últimos años, en la experiencia del consultor y en los resultados de las encuestas realizadas.

Se identificaron los hospitales y clínicas relevantes en el sector de la salud a través de la información disponible en el sitio internet de la Asociación Colombiana de Hospitales y Clínicas y en la Superintendencia de Salud, en cual se identifican todos los potenciales en clínicas y hospitales que pueden hacer parte del programa de financiamiento.

Con base en información recogida en las encuestas, información secundaría e información internacional, se realizó una caracterización energética en los hospitales de acuerdo con dos variables: capacidad medida como número de camas y piso térmico. Con respecto a la capacidad se consideraron segmentos de hospitales de más de 50 camas, entre 100 y 300 camas, entre 300 y 400 camas, y más de 500 camas. Así mismo, se eligieron hospitales que tengan servicios que se clasifican en el país como de nivel 2 y nivel 3.

Se eligieron las tecnologías que pueden ser aplicadas en el sector de la salud en el segmento seleccionado y de acuerdo con el tamaño de los hospitales en las zonas climáticas establecidas.

Para caracterizar la tecnología se tuvieron en cuenta aspectos como disponibilidad en el mercado, costos de inversión, costos de operación y mantenimiento, eficiencia promedio, riesgo tecnológico y tecnologías sustitutas.

Con base en la caracterización energética y en los potenciales de ahorro por tecnología se estimó el potencial de ahorro y de reducción de emisiones, por zona climática y por tamaño de hospital de acuerdo con el promedio de camas.

Se establecieron criterios de disponibilidad a invertir en eficiencia energética por el grupo objetivo de hospitales elegido, así como un potencial de inversión en una tecnología específica teniendo en cuenta que algunas de ellas compiten entre sí y no van a ser implementadas de manera simultánea en el mismo hospital. El potencial de inversión en cada tecnología se estimó teniendo en cuenta el nivel de inversión y la rentabilidad de cada proyecto en cada caso

La Asociación colombiana de Hospitales y Clínicas reporta todos los establecimientos de salud disponibles en Colombia, un primer criterio para la segmentación del mercado, fue la restricción a los establecimientos privados exclusivamente, esto agrupa a unos 1.114 hospitales y clínicas. De estos el 72% tienen menos de 50 camas y el 64% se encuentran en seis departamentos.

Teniendo en cuenta que el consumo energético tiene relación con el número de camas, la complejidad del hospital (entendida como el tipo se servicios que prestan) y la zona climática, se consideraron hospitales de complejidad II y III en cuatros zonas climáticas. De esta forma el grupo objetivo en las zonas climáticas elegidas es de 198 hospitales.

Las tecnologías seleccionadas para el estudio fueron las siguientes:

* Sistemas de control de Aire Acondicionado
* Aires Acondicionados de Alta Eficiencia
* Energía solar térmica para calentamiento de agua
* Sustitución de calderas
* Cogeneración

No se consideraron los proyectos de iluminación teniendo en cuenta que normalmente estos proyectos se desarrollan de manera gradual (las lámparas que se dañan se cambian por sistemas de mayor eficiencia) y por su rentabilidad y nivel de inversión no requieren de una financiación externa para desarrollarse.

Se supone que un 50% de los hospitales del grupo objetivo quiere hacer un cambio de tecnología, y que finalmente el 38 % realizan efectivamente la inversión con lo cual se estiman 34 proyectos. Esa cifra no corresponde exactamente a la mitad del grupo objetivo por la necesidad de trabajar con números enteros en los cálculos del potencial.

En la siguiente tabla se muestran los ahorros energéticos anuales totales alcanzables con los 34 proyectos propuestos.

Resumen de los ahorros anuales energéticos (GWh/año)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Zona climática** | **COGEN** | **A.A.** | **CONTROL A.A.** | **E.S.** | **CALD** | **Total** |
| ZC I | - | 1,72 | 1,68 | - | 0,22 | **3,6** |
| ZC II | - | 1,15 | 1,12 | - | 1,47 | **3,7** |
| ZC IV | 0,60 | 1,59 | 1,04 | - | 2,30 | **5,5** |
| **TOTAL** | **0,6** | **4,5** | **3,8** | **-** | **4,0** | **12,9** |

En la siguiente tabla se resumen los cálculos de las reducciones de GEI en el caso de poder implementar los 34 proyectos que se plantean en el grupo de hospitales objetivo. En total los proyectos tienen un potencial de reducción de 4.502 toneladas de CO2 anuales como beneficio ambiental de la línea de financiación.

Resumen de las reducciones de emisiones (Ton CO2/año)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Zona climática** | **COGEN** | **A.A.** | **CONTROL A.A.** | **E.S.** | **CALD** | **Total** |
| ZC I | - | 490 | 480 | - | 607 | **1.576** |
| ZC II | - | 326 | 320 | - | 280 | **926** |
| ZC IV | 811 | 453 | 296 | - | 439 | **1.999** |
| **TOTAL** | **811** | **1.269** | **1.096** | **-** | **1.326** | **4.502** |

En la siguiente tabla, se presentan las inversiones iníciales totales para cada grupo de proyecto en cada zona climática. Las inversiones son de 6,31 millones de dólares aproximadamente y la mayor inversión se daría en la actualización de sistemas de aire acondicionado.

Resumen de las inversiones iníciales (USD)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Zona climática** | **COGEN** | **A.A.** | **CONTROL A.A.** | **E.S.** | **CALD** | **Total** |
| ZC I | - | 1.215.000 | 360.000 | - | 372.827 | **1.947.827** |
| ZC II&III | - | 1.012.500 | 240.000 | - | 172.074 | **1.424.574** |
| ZC IV | 673.347 | 1.727.783 | 240.000 | - | 299.537 | **2.940.667** |
| **TOTAL** | **673.347** | **3.955.283** | **840.000** | **-** | **844.438** | **6.313.068** |

Como se observa en la tabla anterior, el mayor potencial de inversión se encuentra en la ZC I (donde se encuentra el mayor número de hospitales y los más grandes del país) y en la ZC IV donde los consumos de energía son mayores debido a las condiciones climáticas.

# INTRODUCCIÓN

En este documento se presenta los resultados de la recolección, compilación y análisis de la información relacionada con el potencial de inversión en eficiencia energética y energías renovables en el sector hospitales y clínicas privadas en Colombia. Se evaluaron las posibilidades de ahorro energético y de reducciones de las emisiones carbono a través la inversión en tecnologías existentes en el mercado y que tienen un amplio potencial para ser replicadas.

El resultado obtenido corresponde a un estudio de carácter sectorial basado en información y datos disponibles tanto de fuentes oficiales como de terceras partes relevantes y de encuestas realizadas en hospitales tipo que estarían en el targuet de instituciones a financiar. Los supuestos realizados están basados en la experiencia de entidades que han trabajado en el sector durante los últimos años y en la experiencia del consultor así como en los resultados de las encuestas realizadas en hospitales tipo que podrían participar en la línea de financiación.

# OBJETIVO



## Objetivo general

Determinar de manera la más representativa posible cual es el consumo de energía en hospitales y clínicas en Colombia para establecer donde existen potenciales de ahorro energético y por ende la reducción en las emisiones de GEI, en el marco de la implementación de tecnologías de eficiencia energética y energías renovables.

## Objetivos específicos

Definir medición del sector (mercado potencial) en el sector de la salud

* Segmentar el mercado objetivo al menos en dos o tres categorías (ejemplo: por tamaño del hospital, por complejidad, por región climática o por tipo de tecnología)
* Estimar el tamaño del mercado objetivo de acuerdo a los criterios de segmentación.
* Identificar el tamaño (Segmento) de mercado objetivo que es factible alcanzar de acuerdo a potencial de reducciones, inversión, relación costo-beneficio, riesgo financiero y estabilidad del segmento de mercado.

Definir el grupo de tecnologías que son aplicables

* Definir las características de la mejor tecnológica aplicable de acuerdo con los sectores de mercado definidos
* Establecer los costos inversión de la tecnología, tiempo de depreciación, costos de operación y mantenimiento, tiempos de entrega, tiempos de instalación y construcción.
* Determinar las tecnologías alternativas (que pueden reemplazar dicha tecnología nueva).
* Identificar riesgos tecnológicos y mitigadores de este tipo de riesgos.

Establecer el potencial de reducción de consumo de energía, disminución de emisiones y ahorros económicos que se pueden alcanzar en el sector de hospitales y clínicas privadas con el target de mercado seleccionado

* Definir una línea base de consumos de energía eléctrica y térmica de acuerdo con el tamaño del hospital y con la zona climática
* Establecer el potencial de ahorro de energía de acuerdo con la adopción de una tecnología específica teniendo en cuenta la condiciones de consumo del hospital específico
* Calcular la reducción de emisiones que se puede alcanzar mediante la implementación de proyectos de eficiencia energética de acuerdo con los factores de emisión del sistema eléctrico Colombiano.

# METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló en cuatro etapas:

**Etapa 1. Dimensión del sector de los servicios de la salud**

Se identificaron los hospitales y clínicas relevantes en el sector de la salud a través de la información disponible en la ACHC y en la Superintendencia de Salud, en cual se identifican todos los potenciales clientes que pueden hacer parte del programa de financiamiento que se diseñe.

**Etapa 2. Caracterización energética.**

Con base en información secundaría y en encuestas realizadas en hospitales se realizó una caracterización energética de estos de acuerdo con dos variables: capacidad en número de camas, complejidad y piso térmico. Con respecto a la capacidad se consideraron segmentos de hospitales de más de 50 camas, entre 100 y 300 camas, entre 300 y 400 camas, y más de 500 camas. Así mismo, se eligieron hospitales que tengan servicios que se clasifican en el país como de nivel 2 y nivel 3.

Con respecto a las zonas climáticas se consideraron 4 zonas donde se encuentran las ciudades principales: Bogotá (Zona Climática (ZC) I), Medellín (ZC II), Cali (ZC III), Cartagena, Barranquilla, Santa Marta y San Andrés (ZC IV).

Se utilizó información de consumos anuales de energía eléctrica y térmica suministrada por empresas de servicios de energía, así mismo información disponible por el consultor con base en auditorias energéticas realizadas en hospitales en diferentes ciudades el país y referencia internacionales de países con clima similar al de Colombia.

Con base en esta información se estableció la línea base de consumo que sirve para estimar el potencial de reducción de consumo y el potencial de reducción de emisiones con respecto a las condiciones actuales.

**Etapa 3. Caracterización de tecnologías de eficiencia energética.**

Se eligieron las tecnologías que pueden ser aplicadas en hospitales y clínicas en el segmento seleccionado y de acuerdo con el número de camas y la complejidad en las zonas climáticas establecidas.

Para caracterizar la tecnología se tuvieron en cuenta aspectos como disponibilidad en el mercado, costos de inversión, costos de operación y mantenimiento, eficiencia promedio, riesgo tecnológico y tecnologías sustitutas.

El ahorro potencial que se puede generar por cada una de las tecnologías se estableció teniendo en cuenta la línea base asumiendo un rendimiento de las tecnologías tipo que se encuentran usualmente en los hospitales en Colombia de acuerdo con la zona climática.

**Etapa 4. Cálculo de ahorros e inversiones.**

Con base en la caracterización energética y en los potenciales de ahorro por tecnología se estimó el potencial de ahorro y de reducción de emisiones, por zona climática y por tamaño de hospital de acuerdo con el promedio de camas.

Se establecieron criterios de disponibilidad a invertir en eficiencia energética por el grupo objetivo de hospitales elegido, así como un potencial de inversión en una tecnología específica teniendo en cuenta que algunas de ellas compiten entre si y no van a ser implementadas de manera simultánea en el mismo hospital. El potencial de inversión en cada tecnología se estimo teniendo en cuenta el nivel de inversión y la rentabilidad de cada proyecto en cada caso.

# ANÁLISIS DEL MERCADO



## Participación del sector de Servicios de salud en el PIB

De acuerdo con información del Banco de la República, el PIB del sector de los servicios sociales representa entre el 2,1% y el 2,3% del PIB de la economía total Colombiana tal y como se muestra en la Figura 1. El crecimiento del sector de los servicios de la salud muestra el mismo comportamiento del PIB nacional y ha crecido un 66% con respecto a los valores del año 2000, para una tasa de crecimiento promedio anual de 5,2% (Figura 2).

Figura 1. Evolución del PIB y de las ramas de los servicios sociales (Fuente: Banco de la República)

Figura 2 Crecimiento acumulado del PIB de los servicios la salud con base año 2000 (Fuente: Banco de la República)

## Generación de empleo en el sector de la salud

En la figura 3 se muestran la distribución de los empleados por cada sector productivo en Colombia de acuerdo con información publicada en el DANE. El sector “servicios sociales” agrupa en 19% de la población empleada. La variación del empleo en el sector servicios sociales en el periodo de octubre-diciembre 2011/2010 muestra un aumento del 4,0% (Figura 4 ).

Figura 3 Participación de los sectores colombianos al empleo (Fuente: DANE)

Figura 4 Variación en porcentajes de la población ocupada en diferentes sectores de Colombia (Fuente: DANE)

## Establecimientos de salud.

El sistema de salud en Colombia está regulado por el gobierno nacional, por intermedio del Ministerio de la Salud y Protección Social bajo mandato constitucional y delegado en parte al sector privado. El sistema vigente en Colombia está reglamentado por la Ley 100, expedida en 1993, la cual reglamenta el sistema general de seguridad social de Colombia.

Las Instituciones Prestadoras de Salud (IPS) son los hospitales, clínicas, laboratorios, consultorios que prestan el servicio de salud. Pueden ser públicas o privadas. Para efectos de clasificación en niveles de complejidad y de atención se caracterizan según el tipo de servicios que habiliten y acreditan, es decir su capacidad instalada, tecnología y personal y según los procedimientos e intervenciones que están en capacidad de realizar. Según estudio del Ministerio de la Protección Social, de las IPS reportadas, el 84,3% corresponden al primer nivel de atención, el 13,4% al segundo nivel y el 2,3% al tercer nivel de atención según sus características.

Los niveles de complejidad son:

1. Baja complejidad (Nivel 1): Son aquellas instituciones que habilitan y acreditan en su mayoría servicios considerados de baja complejidad y se dedican a realizar intervenciones y actividades de promoción de la salud y prevención de la enfermedad, consulta médica y odontológica, internación, atención de urgencias, partos de baja complejidad y servicios de ayuda diagnóstica básicos.
2. Mediana complejidad (Nivel 2): Son instituciones que cuentan con atención de las especialidades básicas como lo son pediatría, cirugía general, medicina interna, ortopedia y gineco-obstetricia con disponibilidad las 24 horas en internación y valoración de urgencias, además ofrecen servicios de consulta externa por especialista y laboratorios de mayor complejidad.
3. Alta complejidad (Nivel 3): Cuentan con servicios de alta complejidad que incluyen especialidades tales como neurocirugía, cirugía vascular, neumología, nefrología, dermatología, etc. con atención por especialista las 24 horas, consulta, servicio de urgencias, radiología intervencionista, medicina nuclear, unidades especiales como cuidados intensivos y unidad renal. Estas Instituciones con servicios de alta complejidad incluyen casos y eventos o tratamientos considerados como de alto costo en el POS (Plan Obligatorio de Salud).

## Segmentación del mercado objetivo

Inicialmente se consideraron clínicas y hospitales privados y públicos con alto nivel de complejidad (2 y 3 de acuerdo con la explicación dada arriba) y que tuvieran más de 50 camas en cuatro pisos térmicos.

### Criterios para la segmentación del mercado

Una vez determinado la población de hospitales, se decidió restringir aun el grupo objetivo. Para este fin, se propusieron tres criterios:

* Número de camas: Se caracterizaron los hospitales a través del número de camas, algunos proyectos no son factibles por consumo energéticos bajos. Así, se decidió que se van a considerar solamente los hospitales con más de 50 camas.
* Antigüedad: Se considera el desarrollo de proyectos en hospitales con una antigüedad mayor a 10 años.
* Zona climática: Según la ubicación geográfica, las necesidades energéticas de los hospitales varían y se recomiendan cambios tecnológicos diferentes, por ejemplo el consumo eléctrico está fuertemente influenciado por la climatización que el hospital tenga y a su vez por la temperatura ambiente de la región. En la Tabla 1 se presentan esas 4 zonas climáticas.

Tabla 1. Zonas climáticas (Fuente: IDEAM 2011)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Zona Climática | Rango Altitud SNM | Ciudad | Altitud SNM\* | Temp. media\* |
| 1 | > 2000 | Bogotá | 2600 | 22ºC |
| 2 | 1200-2000 | Medellín | 1475 | 28ºC |
| 3 | 500-1200 | Cali | 997 | 32ºC |
| 4 | 0-500 | Cartagena | 1 | 35ºC |
| Barranquilla | 1 | 35ºC |
| Santa Marta | 2 | 34ºC |
| San Andres | 20 | 33ºC |

### Segmentación por ciudades principales

En la figura 5 se presenta la distribución de las camas en los departamentos de Colombia, así como el porcentaje acumulativo. Como se observa, un 64% de las camas se encuentran ubicados en 6 departamentos. Teniendo en cuenta esta situación, el grupo objetivo de hospitales se restringe estos departamentos.

Figura 5 Distribución de las camas según los departamentos

Para evaluar los tamaños de los hospitales, se construyó la figura 6, se nota que un 72% de los hospitales y clínicas tienen menos de 50 camas. De la totalidad de los hospitales, 198 disponen de más de 50 camas y son de nivel de complejidad 2 y 3.

Figura 6 Distribución de los hospitales según el número de camas (Fuente: ACHC)

### Cálculo de la distribución según tamaño de los hospitales

En la investigación realizada se encontraron datos relativos al tamaño de los hospitales, información necesaria para la segmentación según el número de camas. La figura 7 muestra la distribución de los hospitales y clínicas en las ciudades principales.

Si se consideran sólo ciudades principales dentro del grupo objetivo se llegaría al 51% de los hospitales y clínicas de nivel 2 y 3 de más de 50 camas, por esa razón se decidió extender el estudio a la totalidad de las poblaciones. A diferencia de los hoteles, la distribución de los hospitales no corresponde a lugares de turismo o negocios, sino a “polos de salud” ubicados de tal manera que garantizan el acceso a la mayor parte de la población.

Figura 7 Distribución de los hospitales según las ciudades principales

En la figura 8 se presenta la totalidad de los establecimientos de más de 50 camas disponibles en Colombia. Las zonas climáticas I y IV tienen la mayoridad de los establecimientos de salud. Juntando las zonas II y III, se observa una cantidad de establecimientos casi igual a las dos otras zonas.

Figura 8 Distribución de los hospitales según las zonas climáticas

La Tabla 2 muestra la cantidad de hospitales según un rango de número de camas.

Tabla 2 Distribución de los hospitales de más de 50 camas

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ZC | 50-150 | 151-450 | >450 | Total |
| ZC I | 50 | 22 | 1 | 73 |
| ZC II & III | 37 | 17 | 2 | 56 |
| ZC IV | 61 | 8 | 0 | 69 |
| TOTAL | 148 | 47 | 3 | 198 |

En la tabla 2 se destaca que la mayoría de los hospitales están ubicados en la zona climática I (Bogota) y la zona climática IV.

El grupo objetivo en las 4 zonas climáticas elegidas es de 198 hospitales.

# CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA Y COSTOS ENERGÉTICOS DE OPERACIÓN

Para caracterizar el consumo energético eléctrico de los hospitales, se usaron datos de consumo anual suministrado por empresas de servicios públicos, por información recogida por entidades como el Centro Nacional de Producción más Limpia y mediante encuestas realizadas en hospitales. Se contó con información directa de 19 hospitales de distintos tamaños y se complemento la información con datos recogidos por el consultor en estudios previos de eficiencia energética en hospitales.

En la Tabla 3 se muestra la relación entre el número de camas y el consumo de energía eléctrica promedio diario. Se decidió dividir los hospitales según el número de camas con base a un artículo brasilero *Energy consumption indicators and CHP technical potential in the Brazilian hospital sector,* así se determinaron 3 grupos: hospitales entre 50 y 150 camas, entre 150 y 450 camas, y más de 450 camas.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | # camas | Consumo Prom. EE kWh/cama/día |
| Clínica 1 | 130 | 31,41 |
| Clínica 2 | 131 | 44,03 |
| Clínica 3 | 136 | 54,98 |
| Clínica 4 | 139 | 35,25 |
| Clínica 5 | 179 | 42,97 |
| Clínica 6 | 186 | 26,23 |
| Clínica 7 | 193 | 31,94 |
| Clínica 8 | 196 | 65,53 |
| Clínica 9 | 317 | 61,25 |

Tabla 3 Caracterización del consumo de energía eléctrica de la zona climática

Con base a esos datos recogidos en las encuestas, se determinaron los índices de consumo de energía eléctrica por zona climática. Los índices se presentan en la tabla 4.

Tabla 4 Caracterización del consumo de energía eléctrica

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | kWh-e/cama/día  50- 150 camas | kWh-e/cama/día  150- 450 camas | kWh-e/cama/día  >450 camas |
| ZC I | 32 | 36 | 54 |
| ZC II & III | 41 | 46 | 69 |
| ZC IV | 48 | 54 | 82 |

En la tabla 5 se resumen los índices de consumo de energía eléctrica de los hospitales en las diferentes zonas climáticas, y la distribución del consumo en aire acondicionado, iluminación y otros. Se nota que la mayor parte del consumo se debe al uso de aire acondicionado.

Tabla 5 Distribución del consumo de energía eléctrica según tamaño del hospital y zona climática

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 50 - 150 camas | 150-450 camas | >450 camas |
| Aire acondicionado | **25%** | **27%** | **40%** |
| Iluminación | **20%** | **23%** | **26%** |
| Otros | **55%** | **50%** | **34%** |

Nota: La distribución porcentual de consumo de energía se hace con base al artículo *Energy consumption indicators and CHP technical potential in the Brazilian hospital sector.*

En la tabla 6 se resumen los índices de consumo de energía eléctrica de los hospitales en las diferentes zonas climáticas, y la distribución del consumo en aire acondicionado, iluminación, motores y otros.

**Tabla 6 Rango de consumo de energía eléctrica según zona climática**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 50- 150 camas | 150-450 camas | >450 camas |
| Aire acondicionado | 25% | 27% | 40% |
| Iluminación | 20% | 23% | 26% |
| Otros | 55% | 50% | 34% |

Nota: La distribución porcentual de consumo de energía se hace con base en al artículo *Energy consumption indicators and CHP technical potential in the Brazilian hospital sector.*

Para determinar el consumo térmico por cama de los hospitales por zona climática se usaron los resultados de las encuestas realizadas, los datos disponibles en el artículo brasileño citado antes y datos disponibles del consultor. Los resultados se presentan en la tabla 7.

**Tabla 7 Rango de consumo de energía térmica según zona climática**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | kWh-t/cama/día  50- 150 camas | kWh-t/cama/día  150- 450 camas | kWh-t/cama/día  >450 camas |
| ZC I | 8,5 | 41,1 | 42,7 |
| ZC II & III | 7,8 | 37,9 | 39,5 |
| ZC IV | 6,1 | 29,7 | 30,9 |

La distribución de energía térmica por usos de acuerdo con los resultados de las encuestas realizadas es como se muestra en la figura 9.

Figura 9 Distribución del consumo de agua caliente en un hospital

# ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS

En este apartado se presenta la descripción de las principales características de las tecnologías que se propone implementar. La lista de tecnologías es la siguiente:

* Sistemas de control de Aire Acondicionado
* Aires Acondicionados de Alta Eficiencia
* Energía solar térmica para calentamiento de agua
* Sustitución de calderas
* Cogeneración

No se consideraron los proyectos de iluminación teniendo en cuenta que normalmente estos proyectos se desarrollan de manera gradual (las lámparas que se dañan se cambian por sistemas de mayor eficiencia) y por su rentabilidad no requieren de una financiación externa para desarrollarse.



## Sistema de control del Aire Acondicionado

Un sistema de control del Aire acondicionado consiste a instalar sistemas que permitan la automatización de la operación. Entre otros se propone la instalación de sensores de temperatura, de apagado automática, sensores de presencia etc. Esto permite la optimización del uso del sistema de aire acondicionado según las necesidades diarias del establecimiento. En la tabla 8 se presenta las características de la tecnología.

Tabla 8 Caracterización del sistema de control para aire acondicionado

|  |  |
| --- | --- |
| **Descripción de la Tecnología** | Instalación de sistemas que permitan la automatización de la operación en sistemas de AA que no requieren cambio tecnológico |
| **Costo inversión** | 120.000 USD |
| **Depreciación (vida útil)** | 15 años |
| **Costos Mantenimiento** | NA |
| **Costos operación** | Despreciables |
| **Tiempo entrega** | Inmediato |
| **Tiempo instalación** | 2 meses |
| **Tiempo construcción** | No requiere |
| **Tecnología alternativa** | NA |
| **Riesgo tecnológico** | Inconvenientes en la operación |
| **Mitigadores de riesgo** | Capacitación del personal encargado de mantenimiento |

## Aire Acondicionado de Alta Eficiencia

El estudio se restringe a hospitales de más de 10 años, o a equipos de más de 10 años de funcionamiento. En el caso del cambio de aire acondicionado, se propone sustituir sistemas de ventana antiguos y de baja eficiencia con un sistema centralizado, o cambiar un equipo obsoleto por un nuevo con mayor eficiencia. En la tabla 9 se resumen las características de la tecnología que propone implementar.

Tabla 9 Caracterización cambio del aire acondicionado por sistemas de alta eficiencia

|  |  |
| --- | --- |
| **Costo inversión** | 1500 USD/Ton Refrigeración |
| **Depreciación (vida útil)** | 20 años \* |
| **Costos mantenimiento** | 20 USD/ton/año |
| **Costos operación** | Energía eléctrica |
| **Tiempo entrega** | 6 meses |
| **Tiempo instalación** | 2 semanas |
| **Tiempo construcción** | No requiere |
| **Tecnología alternativa** | Mini split/ventana |
| **Riesgo tecnológico** | Operación adecuada de la instalación |
| **Mitigadores de riesgo** | Capacitación de los operadores |

En la figura 10 se puede observar la inversión requerida para la sustitución de aires acondicionado para hospitales de diferentes tamaños en las zonas climáticas elegidas para el estudio. Las mayores inversiones en la zona climática IV corresponden a un equipo de mayor capacidad.

Los índices de inversión incluyen además de la tecnología los costos relacionados con los análisis de diseño, así como la instalación y puesta en marcha de los nuevos equipos de aire acondicionado.

Figura 10 Inversión para un cambio de sistema de aire acondicionado según la ZC y el tamaño del hospital

## Energía solar térmica para calentamiento de agua

Se entiende por energía solar térmica a la transformación de la energía radiante solar en calor. Se plantea el uso de esta tecnología para el calentamiento de agua de forma directa o indirecta gracias a la utilización de paneles solares de baja temperatura (temperaturas inferiores a los 90ºC).

Se asume que los sistemas solares tienen una eficiencia del 80 % y suministran el 80 % de la energía necesaria para el calentamiento de agua, el restante 20 % es suministrado mediante energía eléctrica o gas natural dependiendo de la tecnología con la que cuente el hospital. En la tabla 10 se presentan las características de esta tecnología.

Tabla 10 Caracterización del cambio de tecnología por Energía solar térmica

|  |  |
| --- | --- |
| **Costo inversión** | 800 USD/m2 (Incluye equipos requeridos e instalación) |
| **Depreciación (vida útil)** | 20 años\* |
| **Costos mantenimiento** | 4,7 USD/m2/año\* |
| **Costos operación** | Bombas + sistema de respaldo |
| **Tiempo entrega** | 3 meses |
| **Tiempo instalación** | 2 semanas |
| **Tiempo construcción** | No requiere |
| **Tecnología alternativa** | Caldera, BC, cogeneración |
| **Riesgo tecnológico** | Rendimientos esperados |
| **Mitigadores de riesgo** | Uso de equipos certificados |

En el caso de la energía solar térmica, la inversión es menor en las zonas térmicas más calientes (Figura 11), debido a la mayor radiación solar y la temperatura ambiente del agua más alta.

Figura 11 Inversión para instalación de un sistema solar térmico según la ZC y el tamaño del hospital

## Sustitución de Calderas

El cambio de caldera se propone para reducir el consumo de gas. Las nuevas calderas tienen eficiencias superiores al 85% según el tipo y la configuración. No se plantea el uso de calderas de súper alta eficiencia con condensación de gases que superan eficiencias del 95 % porque no se encuentran como tecnología disponible en el país. Las características de esa tecnología se muestran en la tabla 11.

Tabla 11 Caracterización del cambio de tecnología por cambio de caldera

|  |  |
| --- | --- |
| **Costo inversión** | 1.000 USD/BHP |
| **Depreciación (vida útil)** | 20 años |
| **Costos mantenimiento** | 5% costos combustible (Se consideran calderas operadas con gas natural) |
| **Costos operación** | Combustible |
| **Tiempo entrega** | 1 mes |
| **Tiempo instalación** | 1 mes |
| **Tiempo construcción** | NA |
| **Tecnología alternativa** | E.S., calentador de paso, cogeneración |
| **Riesgo tecnológico** | Rendimiento esperado |
| **Mitigadores de riesgo** | Venta de equipos con eficiencia certificada |

En la figura 12 se presentan las inversiones estimadas por tamaño de hospital y por zona climática para la sustitución de calderas que varían entre 5 KUS$ hasta 179 KUS$.

Figura 12 Inversión para un cambio de caldera según la ZC y el tamaño del hospital

## Cogeneración

La cogeneración es una tecnología mediante la cual se obtiene simultáneamente energía eléctrica y energía térmica útil (vapor, agua caliente sanitaria).

La ventaja de la cogeneración es su mayor eficiencia energética ya que se aprovecha tanto el calor como la energía mecánica o eléctrica de un único proceso, en vez de utilizar energía eléctrica de la red la cual es producida en parte por centrales térmicas que usan carbón y gas (30 % en Colombia) y para las necesidades de calor una caldera convencional (Figura 20).

Figura 20 Balance energético de la cogeneración

A continuación, en la tabla 12 se resumen las características de esta tecnología. Teniendo en cuenta los requerimientos de energía eléctrica y térmica de los hospitales, se considera que la tecnología que mejor se adecúa a estos requerimientos son los motores de combustión interna operando con gas natural que es el combustible más limpio y que está disponible en las ciudades principales, excepto San Andrés.

Tabla 12 Caracterización del cambio de tecnología por cogeneración

|  |  |
| --- | --- |
| **Costo inversión** | 1500 USD/kWe Índice de inversión considerado por la capacidad del motor de combustión interna |
| **Depreciación (vida útil)** | 15 años |
| **Costos mantenimiento** | PCO $20/KW generado |
| **Costos operación** | Combustible (gas) |
| **Tiempo entrega** | 6 meses |
| **Tiempo instalación** | 3 meses |
| **Tiempo construcción** | NA |
| **Tecnología alternativa** | Energía solar, Caldera, Conexión a la red eléctrica |
| **Riesgo tecnológico** | Puesto en marcha, rendimientos esperados |
| **Mitigadores de riesgo** | Integradores con experiencia y equipos con garantía certificada |

Aunque la cogeneración genera importantes ahorros de acuerdo con el precio del gas que se utilice, resulta ser un proyecto complejo y de alta inversión que implementaría una pequeña fracción de los hospitales incluidos como mercado objetivo.

La figura 13 presenta las inversiones según el tamaño del hospital y la zona climática.

Figura 13 Inversión para instalación de un sistema de cogeneración

En la tabla 13 se resumen todas las características evaluadas para las tecnologías consideradas como viables para ser implementadas en el grupo de hospitales que fueron elegidos como mercado objetivo.

Tabla 13 Caracterización de las tecnologías de EE y ER

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Control A.A.** | **Cambio A.A.** | **Energía Solar** | **Sustitución Calderas** | **Cogeneración** |
| **Costo inversión** | 120.000 USD | 1.500 USD/Ton \* | 800 USD/m2 | 1.000 USD/BHP\* | 1.500 USD/kW |
| **Depreciación (vida útil)** | 15 años | 20 años | 20 años | 20 años | 15 años |
| **Costos mantenimiento** | NA | 20 USD/ton/año | 4,7 USD/m2/año | 5% costos combustible | PCO $20/KW generado |
| **Costos operación** | Despreciables | Energía eléctrica | Bombas + sistema de respaldo | Combustible | Combustible (gas) |
| **Tiempo entrega** | Inmediato | 6 meses | 2 meses | 1 mes | 2 meses |
| **Tiempo instalación** | 2 meses | 2 semanas | 2 semanas | 1 mes | 3 meses |
| **Tiempo construcción** | No requiere | No requiere | No requiere |  |  |
| **Tecnología alternativa** | NA | Mini split/ventana, E.S. | Caldera, BC, cogeneración | E.S., calentador de paso, cogeneración | Energía solar, Caldera con conexión a la red eléctrica |
| **Riesgo tecnológico** | Inconvenientes en la operación | Operación adecuada de la instalación | Rendimientos esperados | Rendimiento esperado | Puesto en marcha, rendimientos esperados |
| **Mitigadores de riesgo** |  | Capacitación de los operadores | Uso de equipos certificados | Venta de equipos con eficiencia certificada | Integradores con experiencia y equipos con garantía certificada |

# ANÁLISIS DE AHORROS Y REDUCCIÓN DE EMISIONES

Para el cálculo de los ahorros potenciales se tuvieron en cuenta la caracterización energética de los hospitales, el tamaño promedio de acuerdo con el número de camas, la zona climática, el tipo de tecnología a implementar teniendo en cuenta que algunas de ellas son sustitutas y no serán implementadas al mismo tiempo.



## Potencial de Reducción Consumo Energía

En la figura 14 se presenta el cálculo de los ahorros energéticos alcanzables por el uso de cada una de las tecnologías en las diferentes zonas climáticas.

En el caso de la cogeneración, se decidió como criterio de diseño el suministro total de la energía eléctrica que consume el hospital. Esta condición puede cambiar de acuerdo con las características específicas del hospital.

El cambio de aire acondicionado, o la instalación de un control para aires acondicionados que tengan menos de 10 años de antigüedad, generan ahorro en el consumo eléctrico del hospital. Los ahorros son mayores en la zona IV por la mayor demanda debido a la temperatura ambiente.

La energía solar térmica y el cambio de caldera generan ahorro en el consumo térmico, la línea base se estimó que el combustible que se disminuye el consumo es gas natural. De anotarse que el criterio de diseño de los sistemas solares térmicos incluye únicamente el consumo térmico de las camas del hospital.

Figura 14 Reducción de consumo de energía.

## Potencial de Reducción de Costos Energéticos

En la figura 15 se muestran los resultados de los cálculos del ahorro en los costos de los energéticos de los hospitales con respecto a la línea base establecida de consumos cuando se implementan las diferentes tecnologías seleccionadas. Es importante anotar que no se considera la implementación de dos proyectos diferentes de manera simultánea, por ejemplo, el cambio del aire acondicionado y la instalación de energía solar para el calentamiento de agua.

Los proyectos que mayor ahorro generan son los de cogeneración, esto debido a que en el caso supuesto se sustituye todo el consumo de energía de la red eléctrica y con el calor residual se suplen la mayor parte de los requerimientos térmicos del hospital. No obstante, este tipo de proyectos requieren una alta inversión y tienen una complejidad técnica importante y se requiere que el precio del gas (combustible principal que se considera para los proyectos) se mantenga estable con un contrato de suministro de largo plazo.

Es importante anotar que para el cálculo de los ahorros se consideraron iguales precios de gas y energía eléctrica en todo el país y se incluyeron los valores de los impuestos en los precios considerados (contribución en el precio de la energía eléctrica del 20 % y contribución en el precio del gas de 8,9 % el cual por ley no aplica para los proyectos de cogeneración). Esto valores pueden variar de acuerdo con la región y con el nivel de consumo de la instalación.

La sustitución de aires acondicionados genera ahorros importantes, especialmente en el ZC IV donde la demanda de energía es alta para este tipo de equipos.

Los menores ahorros se generan cuando se implementan las tecnologías de calentamiento de agua con energía solar y el cambio de calderas, básicamente porque los consumos térmicos en los hospitales son relativamente bajos cuando se le comparan con los consumos eléctricos.

Figura 15 Reducción de costos por hospital de acuerdo con el tipo de tecnología implementada

## Potencial de Reducción de Emisiones de GEI

En la Figura 16 se presenta el resultado del cálculo de la reducción de emisiones de GEI en las emisiones total del hospital con respecto a la línea base calculada en la caracterización energética.

Figura 16 Reducción de emisiones GEI por hospital

Los factores de emisión para el cálculo de reducción de emisiones en la implementación de las tecnologías seleccionas se resumen en la Tabla 14.

Tabla 14 Factores de emisión utilizados para el cálculo de reducción de emisiones

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Energético | Factor de Emisión | Fuente |
| Energía eléctrica proveniente del sistema interconectado 2011 | 0,102 Kg CO2/kWh | Cálculo del consultor con base en el información disponible en XM |
| Energía Eléctrica desplazada por proyectos de EE | 0,28 Kg CO2/kWh | UPME |
| Gas Natural | 1,8 Kg CO2/Nm3 | UPME considerando un composición de gas Guajira |

La importante reducción de emisiones que se genera en los proyectos de cogeneración se da porque se considera que la energía que se autogenera es desplazada de la red eléctrica y por ello tiene un factor de emisión más alto que la energía tomada de la red.

## Potencial de Inversión por Tecnología

### Inversión, ahorros anuales, reducción de emisiones GEI

En la Figura 17 se puede comparar cada uno de los proyectos en las diferentes zonas climáticas según la inversión inicial, los ahorros y el tiempo de retorno.

El tamaño de las burbujas representa el ahorro anual alcanzable en dólares americanos. Se observa que la energía solar térmica tiene un tiempo de retorno por encima de 6 años y un ahorro pequeño, debido a que la mayor parte del consumo de energía térmica está en la lavandería y el restaurante.

El proyecto que necesita la mayor inversión es la cogeneración, y también tiene los ahorros económicos más grandes. El cambio de caldera por otra más eficiente es el proyecto de menor inversión, y también de menores ahorros.

Figura 17 Inversión, ahorros, retorno para la implementación de las tecnologías propuestas

El tiempo de retorno de la mayoría de los proyectos es menor a cinco años, excepto la energía solar que tiene tiempos de retorno más largos. Para los cálculos de la rentabilidad no se consideraron los incentivos fiscales y tributarios que acaba de aprobar el gobierno Colombiano para proyectos de eficiencia energética y energías renovables y que mejorarían los indicadores financieros de los mismos.

### Costo marginal de abatimiento de GEI.

Para determinar la eficacia de las inversiones en la reducción de GEI en cada una de las ZC y por tipo de tecnología se construyó la curva de abatimiento que se puede observar en la Figura 18.

La curva de abatimiento de GHG (gases invernaderos) resume las oportunidades técnicas (es decir, sin un impacto en el estilo de vida de los consumidores) para reducir las emisiones de gases invernaderos.

El ancho de cada barra representa el potencial de cada oportunidad para reducir las emisiones GHG. El alto de cada barra representa el costo promedio de prevenir 1 tonelada de CO2 equivalente para el año 2011 a través de esa oportunidad, así por ejemplo el ahorro que se logra por cada tonelada reducida con un proyecto de cogeneración en la ZC IV es superior a los 1.500 US$.

Este análisis permite ordenar los proyectos que mayor relación beneficio económico/reducción de emisiones tienen para ser priorizados en las líneas de financiación.

Figura 18 Curva de abatimiento de los proyectos

Los proyectos menos atractivos desde el punto de vista del costo marginal de abatimiento son los proyectos de energía solar para calentamiento de agua y el cambio de aire acondicionado dado que las reducciones de consumo son pequeñas y las inversiones son relativamente altas.



# POTENCIAL DE PROYECTOS Y HOSPITALES BENEFICIADOS.

En la Tabla 15 se puede observar la distribución de los proyectos que se podrían implementar según el tamaño del hospital y la zona climática. Se supone que un 50% de los hospitales del grupo objetivo quiere hacer un cambio de tecnología, y que efectivamente el 38 %. La disponibilidad a invertir en proyectos de eficiencia energética se determina mediante encuestas donde se identifica la disposición a invertir de las clínicas que participan en el estudio.

La mayoría de los proyectos que tiene potencial de desarrollarse en encuentra en las ZC I y ZC IV.

Tabla 15 Distribución de proyectos según la zona climática

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Zona climática** | **No. de camas** | | |
| **50-150** | **151-450** | **>450** |
| ZC I | 9 | 4 | 0 |
| ZC II & III | 6 | 3 | 0 |
| ZC IV | 11 | 1 | 0 |
| **TOTAL** | **26** | **8** | **0** |

Se estableció una probabilidad de inversión de los hospitales en los proyectos según su zona climática. Los criterios para estimar la inversión en las diferentes tecnologías consideradas son tiempo de retorno de la inversión, mayor ahorro y menor inversión. Los resultados de esta distribución se observan en la Figura 19. Se privilegia el cambio de caldera y el control del aire acondicionado como las tecnologías con mayor probabilidad de ser implementadas por su bajo nivel de inversión.

Al igual que la disponibilidad a invertir, la probabilidad del desarrollo del los proyectos de acuerdo con las tecnologías utilizadas se ajusta mediante el resultado de las encuestas realizadas en los hospitales.

Figura 19 Distribución de los tipos de proyectos según la zona climática



## Inversión estimada

Para ajustar mejor el número de hospitales que usarían la línea de financiación, se asume que cada uno no estaría interesado en implementar más de un proyecto, para determinar la distribución de los hospitales que invertirían en cada zona climática.

En total, se beneficiarían 34 hospitales con los proyectos que plantea ejecutar.

Para estimar la inversión total, se utilizaron los promedios de camas por zona climática tal como se explico arriba. La inversión total estimada en los proyectos considerados como factibles es de 6,31 millones de US$. La distribución de los potenciales de inversión por tecnología es la siguiente: 61 % en el aire acondicionado y 10,6 % en cogeneración (Ver Tabla 16).

Tabla 16 Resumen valor de inversión según tecnología

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Zona climática** | **COGEN** | **A.A.** | **CONTROL A.A.** | **E.S.** | **CALD** | **Total** |
| ZC I | - | 1.215.000 | 360.000 | - | 372.827 | **1.947.827** |
| ZC II&III | - | 1.012.500 | 240.000 | - | 172.074 | **1.424.574** |
| ZC IV | 673.347 | 1.727.783 | 240.000 | - | 299.537 | **2.940.667** |
| **TOTAL** | **673.347** | **3.955.283** | **840.000** | **-** | **844.438** | **6.313.068** |

En la zona climática IV se hará más de un 45,9 % de la inversión total, y en la zona climática I un 30,7 %.

## Ahorros energéticos y reducción de emisiones GEI

En la tabla 17 se puede observar la comparación de los diferentes proyectos que se propone desarrollar por zona climática indicando el ahorro energético total, la reducción de emisiones y la inversión inicial requerida.

Tabla 17 Resumen valor de los ahorros energéticos según tecnología (GWh/año)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Zona climática** | **COGEN** | **A.A.** | **CONTROL A.A.** | **E.S.** | **CALD** | **Total** |
| ZC I | - | 1,72 | 1,68 | - | 0,22 | **3,6** |
| ZC II | - | 1,15 | 1,12 | - | 1,47 | **3,7** |
| ZC IV | 0,60 | 1,59 | 1,04 | - | 2,30 | **5,5** |
| **TOTAL** | **0,6** | **4,5** | **3,8** | **-** | **4,0** | **12,9** |

En la tabla 18 se presenta el resumen de las reducciones de emisiones que se pueden alcanzar con la implementación de los 34 proyectos.

Tabla 18 Resumen del valor de la reducción de emisiones según tecnología (Ton CO2/año)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Zona climática** | **COGEN** | **A.A.** | **CONTROL A.A.** | **E.S.** | **CALD** | **Total** |
| ZC I | - | 490 | 480 | - | 607 | **1.576** |
| ZC II | - | 326 | 320 | - | 280 | **926** |
| ZC IV | 811 | 453 | 296 | - | 439 | **1.999** |
| **TOTAL** | **811** | **1.269** | **1.096** | **-** | **1.326** | **4.502** |

El total de reducción de emisiones que se lograría con los proyectos sería de 4.502 toneladas de CO2 por año.

# CONCLUSIONES

Las siguientes son las principales conclusiones del estudio de mercado para el sector hospitales.

* De acuerdo con información del Banco de la República, el PIB del sector de los servicios de la salud representa entre el 2,1 y el 2,3 % del PIB de la economía total Colombiana.
* El crecimiento del sector de los servicios de la salud muestra el mismo comportamiento del PIB nacional y ha crecido un 38 % con respecto a los valores del año 2000.
* De acuerdo con información publicada en el DANE, el sector “servicios sociales” agrupa en 19% de la población empleada. La variación del empleo en el sector servicios sociales en el periodo de octubre-diciembre 2011/2010 muestra un aumento del 4,0%
* El 51% de los hospitales de más de 50 camas se concentran en 7 ciudades.
* De acuerdo con los criterios utilizados para la segmentación de mercado, el grupo objetivo en las 4 zonas climáticas elegidas es de 198 hospitales.
* Se supone que un 50% de los hospitales del grupo objetivo quiere hacer un cambio de tecnología, y que efectivamente el 38 % finalmente lo implementan, para un total de 34 proyectos.
* La inversión total estimada en los proyectos considerados como factibles es de 6,31 millones de US$. La distribución de los potenciales de inversión por tecnología es la siguiente: 61 % en los proyectos de reemplazo de aires acondicionados y 10 % en proyectos de cogeneración.
* Según el análisis realizado, hay un potencial de ahorro energético de 12,9 GWh/año y una reducción de 4.502 Ton CO2\_eq por año. La inversión promedio esta alrededor de 186.000 USD por proyecto.

# REFERENCIAS

* PIB por sectores, Banco de la República.
* Informe Trimestral Seguimiento Sector Hospitales,DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística)
* XM, Operador del Sistema Eléctrico Colombiano.
* Factores de Emisión de Combustibles Colombianos, Unidad de Planeamiento Minero Energético
* Consumo de Energía en hospitales, EPM.
* Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud - Ministerio de la Protección Social. Bogotá D.C., noviembre 2005 ISBN 958-97166-4-4.
* Energy consumption indicators and CHP technical potential in the Brazilian hospital sector, Alexandre Salem Szklo , Jeferson Borghetti Soares, Mauricio Tiomno Tolmasquim, (2004), Energy Conversion and Management 45, 2075–2091
* Información propia del consultor.