
Determinación de indicadores de comportamiento energético para edificaciones del sector público en zonas bioclimáticas cálidas y de la ciudad de Lima

E3 Ingeniería



Índice

1	Introducción	8
2	Objetivos y alcance	8
2.1	Objetivo del proyecto	8
2.2	Objetivos específicos	8
2.3	Alcance del Informe N° 3	9
3	Entregable 1: Caracterización del escenario de línea base	9
3.1	Levantamiento de información	9
3.1.1	Información entregada y documentación	9
3.1.1.1	Marco normativo en eficiencia energética para edificación de uso público del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS)	9
3.1.1.2	Marco normativo en auditorías energéticas del Ministerio de Energía y Minas (MINEM)	12
3.1.1.3	Antecedentes de consumo de energía en edificios existentes	14
3.1.1.4	Identificación de Zonas Bioclimáticas Cálidas	17
3.1.1.5	Caracterización de la edificación por zona Bioclimática	18
3.1.2	Solicitud de información 2022	19
3.1.3	Selección de zonas bioclimáticas	20
3.2	Caracterización de edificios existentes	24
3.2.1	Caracterización arquitectónica de edificios existentes	24
3.2.1.1	Distribución por zona Bioclimática:	25
3.2.1.2	Distribución en planta	25
3.2.1.3	Sistemas constructivos	28
3.2.2	Caracterización energética de los edificios existentes	28
3.2.2.1	Climatización	28
3.2.2.2	Iluminación	29
3.2.2.3	Consumo equipos eléctricos	30
3.2.2.4	Resumen Caracterización energética de los edificios	30
3.3	Propuesta de Caracterización de tipologías para Línea Base	33
3.3.1	Tipología representativa para las distintas zonas bioclimáticas	33
3.3.2	Parámetros de arquitectura	33
3.3.2.1	Envolvente translúcida - Porcentaje de ventanas	33

3.3.2.2	Envolvente opaca	33
3.3.2.3	Resumen de parámetros de arquitectura considerados para la construcción de la línea base	34
3.3.2.4	Caracterización arquitectónica de recintos	35
3.3.2.5	Definición de distribución porcentual de recintos	36
3.3.2.6	Relación Perímetro vs Área	38
3.3.2.7	Porcentaje de perímetro exterior	39
3.3.2.8	Nivel de piso	40
3.3.3	Parámetros de perfiles de ocupación	40
3.3.4	Rangos de confort	40
3.3.5	Resumen condiciones de borde consideradas	42
3.3.6	Combinación matemática para análisis de resultados	43
3.4	Resultados	43
3.4.1	Análisis de sensibilidad de resultados.	43
3.4.2	Demanda y consumo línea de referencia de climatización	44
3.5	Elaboración de fichas de recopilación de información	46
3.6	Diferencia entre mecanismos de reporte energético para edificación existente versus edificación nueva.	47
3.6.1	Mecanismo para reportar consumos de energía de edificios existentes.....	47
3.7	Propuesta de mecanismo para que las edificaciones públicas puedan calcular y reportar su consumo energético en edificaciones nuevas.....	49
3.7.1	Introducción	49
3.7.2	Contexto.....	50
3.7.2.1	Paso 1: estándares	51
3.7.2.2	Paso 2: herramientas de cálculo	51
3.7.2.3	Paso 3: Comparación	52
	• Comparación autorreferente	52
	• Comparación línea Base de Referencia	52
3.7.3	Propuesta metodológica del mecanismo.....	53
3.7.3.1	Paso 1: estándares	53
3.7.3.2	Paso 2: herramientas de cálculo	55
3.7.3.3	Paso 3: Método de comparación Comparación	56
3.7.4	Propuesta de implementación de un Mecanismo	57

3.7.4.1	Instrumentos regulatorios:.....	57
3.7.4.2	Entidad Administradora:	58
3.7.5	Partes del sistema	59
3.7.6	Contenido y comunicación de la información	60
3.7.6.1	Normas de referencia	60
3.7.6.2	Contenidos mínimos	60
4	Entregable 2: Indicadores de comportamiento TÉRMICO - energético	61
4.1	Recopilación de información	61
4.1.1	Indicadores utilizados en Perú:	61
4.1.2	Indicadores utilizados a nivel internacional.....	62
4.1.3	Indicadores energéticos utilizados en sistemas de etiquetado energético de edificios a nivel global.	63
4.1.3.1	España:	63
4.1.3.2	Chile:	64
4.1.3.3	Reino unido	64
4.2	Construcción de Indicadores de comportamiento energético	64
4.2.1	Climatización	65
4.2.2	Iluminación:.....	67
4.2.3	Equipos eléctricos.....	68
5	Entregable 3: Escenario de comparación	69
5.1	Condiciones consideradas para la modelación.	69
5.1.1	Transmitancias térmicas envolvente opaca	69
5.1.2	Envolvente Translucida.....	71
5.1.3	Protecciones solares	72
5.1.4	Resumen combinaciones	72
5.2	Resultados combinatorias.....	74
6	Conclusiones	86
7	Glosario.....	90
8	Bibliografía.....	92
9	Anexos	93
9.1	Anexo 1.....	93
9.1.1	Carpeta 01. Diagnósticos_DGEE_2016	94

9.1.2	Carpeta 02. Estudios de Auditorías_BD Electricidad	95
9.1.3	Carpeta 03. Información MVCS	96
9.1.4	Carpeta 04. Auditorías Energéticas.....	96
9.1.5	Carpeta 05. Encuestas hábitos	97
9.1.6	Carpeta 06. MRV Auditorías Energéticas	97
9.1.7	Carpeta 07. Informes Ecoeficiencia	97
9.2	Anexo 2.....	98
9.3	Anexo 3.....	99
9.4	Anexo 4.....	101

Índice de Figuras

Figura 3.1: Imágenes de referencia de edificios públicos por zona bioclimática.	25
Figura 3.2: Ejemplo Diagrama para caracterización de línea base a partir de las tipologías de recintos	27
Figura 3.3 Ejemplo análisis de distribución áreas de recintos en planta.....	36
Figura 3.4: Geometrías evaluadas en relación perímetro/área	39
Figura 3.5: Esquemas de casos con diferentes porcentajes de envolvente con contacto al exterior evaluados	39
Figura 3.6 Rango de confort adaptativo para las 3 ciudades y su temperatura exterior, mes febrero.....	41
Figura 3.7 variabilidad de resultados.....	44
Figura 3.8: Mecanismo de operación de las auditorías o diagnósticos energéticos de servicios públicos.....	48
Figura 3.9 Pasos claves	49
Figura 3.10 Evolución en el tiempo de los 3 pilares fundamentales en los países desarrollados.	51
Figura 3.11: Explicación de cargas internas	54
Figura 3.12: Definición de elementos de la envolvente y sus propiedades	55
Figura 13: diagrama del mecanismo propuesto	58
Figura 14: dos tipologías de etiquetado con y sin sistema de clasificación.....	60
Figura 4.1: propuesta de indicadores de eficiencia energética global y parcial para climatización.....	67
Figura 4.2 Extracto Ashare fundamentals.....	69
Figura 5.1 Distribución teórica de consumos de línea base	79
Figura 5.2 Distribución teórica de consumos de línea EM110	80

Índice de Tablas

Tabla 3.1: Áreas techadas mínimas por tipo de uso para edificaciones no residenciales.....	11
Tabla 3.2: Etapas de una auditoría energética en entidades del sector público.....	13
Tabla 3.3: Tipos de encuestas de auditoría o diagnóstico energético 2015-2016	15
Tabla 3.4: Zonas Bioclimáticas según lo establecido en la norma EM110	17
Tabla 3.5: Cantidad de edificación Pública por zona climática	18
Tabla 3.6: Cantidad de población por zona bioclimática cálida y población por ciudad.....	19
Tabla 3.7: Tipos de edificación Pública más frecuente por zona bioclimática	19
Tabla 3.8: Zonas Bioclimáticas que se analizaron	21

Tabla 3.9: Zonas Bioclimáticas seleccionadas para desarrollar la caracterización	23
Tabla 3.10: ubicación, altura e información de planimetría de los edificios con información.	24
Tabla 3.11 Distribución de 3 categorías.....	25
Tabla 3.12 División en las 3 categorías.....	26
Tabla 3.13 Edificación con planimetría	26
Tabla 3.14 Distribución por superficies representativas.....	27
Tabla 3.15 Distribución de zonas climatizadas.....	27
Tabla 3.16 Porcentaje asignado a Oficinas y a Salas de Reuniones.	28
Tabla 3.17 Sistemas constructivos según altura de los edificios	28
Tabla 3.18: relación consumo en climatización edificios auditados años 2019-2021	29
Tabla 3.19 Distribución información de climatización	30
Tabla 3.20 Distribución información de Iluminación	31
Tabla 3.21: Criterios básicos propuestos para caracterización de edificios para construcción de línea base.	33
Tabla 3.22 Propiedades áreas traslucidas.....	33
Tabla 3.23 Propiedades térmicas de materialidad de muros	34
Tabla 3.24 Transmitancias utilizadas para superficies opacas.....	34
Tabla 3.25 Resumen de las tipologías arquitectónicas representativos de edificación Pública por Clima	34
Tabla 3.26: tipologías de recintos por tamaño o superficie.....	35
Tabla 3.27: áreas típicas del sector gubernamental	35
Tabla 3.28 Registro de tipologías de recintos en diferentes tipos plantas de arquitectura	37
Tabla 3.29: Porcentaje de participación de categorías de recintos climatizados y no climatizados por tipo de entidad levantada.	37
Tabla 3.30 Distribución por superficies representativas.....	38
Tabla 3.31 Resultados variabilidad relación de P/A según superficie de recinto	39
Tabla 3.32 Tipo de transferencia de calor según nivel de piso	40
Tabla 3.33: Características de perfil de uso de recintos climatizados	40
Tabla 3.34 Resumen de condiciones de borde	42
Tabla 3.35: Resumen de variables utilizadas para modelación de línea base	43
Tabla 3.36 Resultados de Demanda y Consumo mensual	44
Tabla 3.37 Resultados consumos y comparativa con CTCS	45
Tabla 4.1 Indicadores energéticos establecidos para el sector público de Perú	61
Tabla 5.1 Datos para cálculo de transmitancias térmicas de muros	69
Tabla 5.2 Datos para cálculo de transmitancias térmicas de cubiertas.	70
Tabla 5.3 Variables ponderadas.....	73
Tabla 5.4 Resultados combinatorias, en primera fila la Línea de Referencia desarrollada y en segunda fila el cumplimiento de la EM110 -2022	75

1 Introducción

El presente documento corresponde al informe N° 1 del proyecto “Determinación de indicadores de comportamiento energético para edificaciones del sector público en zonas bioclimáticas cálidas y de la ciudad de Lima”. Este proyecto se encuentra enmarcado en el programa “Fortaleciendo capacidades para la eficiencia energética en edificios en América Latina - CEELA” financiado por la Agencia de Cooperación del Gobierno Suizo (COSUDE) y ejecutado por el consorcio conformado por EBP, Carbon Trust y Efizity.

El objetivo global del proyecto CEELA es reducir las emisiones de CO₂ en el sector edificación de Latinoamérica y mejorar el confort térmico y la calidad de vida de los ocupantes, particularmente la población más vulnerable y en desventaja económica, gracias a un mejoramiento de las edificaciones.

A través del proyecto CEELA se busca reducir el consumo de energía y aumentar el confort térmico en los edificios en América Latina, con un enfoque particular en las zonas climáticas cálidas, a través del fortalecimiento de las capacidades para el diseño de edificios con Eficiencia Energética y Confort Térmico (EECT), así como la aplicación de tecnologías y materiales adecuados.

El fin de este servicio es apoyar al Ministerio de Energía y Minas (MINEM) del Perú, en determinar la demanda de energía promedio que requiere una edificación Pública para tres zonas Bioclimáticas de Perú, con el objeto de satisfacer anualmente el requerimiento energético en condiciones normales de funcionamiento y ocupación de estos edificios; siendo éste, un requisito importante para la elaboración de índices de calificación energética en edificaciones, lo cual permitirá establecer límites mínimos de eficiencia energética por actividad de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía.

2 Objetivos y alcance

2.1 Objetivo del proyecto

Apoyar al Ministerio de Energía y Minas (MINEM) del Perú, en determinar la demanda de energía promedio que requiere la edificación pública para tres zonas Bioclimáticas de Perú, con el objeto de satisfacer anualmente el requerimiento energético en condiciones normales de funcionamiento y ocupación de estos edificios.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar el escenario de comparación de acuerdo con el alcance del servicio.
- Determinar tipologías de edificios, tomando en cuenta la antigüedad y las características arquitectónicas.
- Determinar indicadores de consumo y demanda energética por área construida (kW/m²).
- Determinar indicadores y metas de eficiencia energética mínimos y máximos de acuerdo con el tipo de edificaciones evaluadas.
- Diseñar una propuesta de mecanismo para que las edificaciones públicas puedan calcular y reportar su consumo energético de edificaciones nuevas. Analizando opciones disponibles y evaluación de alternativas a proponer al Ministerio de Energía.

2.3 Alcance del Informe N° 3

A continuación, se presentan los avances en las siguientes actividades de trabajo de acuerdo con lo señalado tanto en los términos de referencia, como en la propuesta:

Entregable 1: Caracterización del escenario de línea base

- a Determinación y caracterización de tipologías de edificios:
 - a.1 Levantamiento de información
 - a.2 Caracterización energética de los edificios existentes:
 - a.3 Análisis crítico de las tipologías
- b Realizar un análisis para la elección de diez edificios en dos zonas bioclimáticas de clima cálido y de la ciudad de Lima.
 - b.1 Selección de las zonas bioclimáticas cálidas
 - b.2 Elección de Edificios
 - b.3 Caracterización energética de edificios seleccionados
- c Elaboración de fichas de recopilación de información
- d Propuesta de mecanismo de cálculo energético edificaciones

Entregable 2: Indicadores de comportamiento energético

- a Recopilación de información
- b Construcción de Indicadores de comportamiento energético

Entregable 3: Escenario de comparación

El escenario de comparación de cómo serán los indicadores energéticos en un edificio que cumple con criterios internacionales de eficiencia energética o de la implementación de acciones de mejora del desempeño energético.

3 Entregable 1: Caracterización del escenario de línea base

3.1 Levantamiento de información

3.1.1 Información entregada y documentación

3.1.1.1 *Marco normativo en eficiencia energética para edificación de uso público del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS)*

A continuación, se presenta el marco normativo que regula la calidad de la edificación en Perú y en particular los temas relacionados a eficiencia energética que es el tema que convoca el presente estudio.

- **El DS 011-2006 o Reglamento nacional de edificaciones (RNE):**

En primer lugar, el Reglamento nacional de edificaciones, el cual es norma técnica de cumplimiento obligatorio por todas las entidades públicas, así como por las personas naturales y jurídicas de derecho privado que proyecten o ejecuten habilitaciones urbanas y edificaciones en el territorio nacional del Perú. Asimismo, es el único marco normativo que establece los criterios y requisitos mínimos de calidad para el diseño, producción y conservación de las edificaciones y habilitaciones urbanas.

Este reglamento está constituido por más de 66 normas técnicas, que son las que fueron oficializadas el año 200 mediante DS N° 015, cada una aborda diferentes ámbitos temáticos.

- **Norma “EM 110 Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia Energética” (EM 110),**

En segundo lugar, destacamos la norma EM 110, oficializada mediante DS 006/2014, que corresponde a una de las normas que constituyen el RNE y cuyos objetivos son:

- Establecer zonas del territorio de la República del Perú de acuerdo con criterios bioclimáticos para la construcción, indicando las características de cada zona.
- Establecer lineamientos o parámetros técnicos de diseño para el confort térmico y lumínico con eficiencia energética, para cada zona bioclimática definida.

Con respecto al campo de aplicación, esta norma se aplica optativamente en el territorio nacional a toda edificación nueva, así como en la ampliación, remodelación, refacción y/o acondicionamiento de edificaciones existentes, siempre que estén incluidas en las Modalidades B, C y D, de la Ley de Regulación de Habilitaciones Urbanas y de Edificaciones (Ley 29090) y sus modificatorias. Para el caso del confort térmico, se excluye en esta Norma a aquellos ambientes no habitables.

Los temas que aborda esta norma son principalmente;

- Zonificación Bioclimática del Perú y la ubicación de cada provincia por zona
- Transmitancias térmicas máximas para los elementos constructivos de la edificación, por zona bioclimática
- Método de cálculo de riesgo de condensación
- Información técnica sobre Permeabilidad al aire de la carpintería de ventanas
- Métodos de cálculo de transmitancia térmica para diferentes tipos de elementos de construcción.
- Ficha de cálculo de transmitancia térmica
- Lista de características higrotérmica de los materiales de construcción.
- Método de cálculo para obtener confort lumínico

Esta norma establece algunas de las condiciones prescriptivas necesarias para asegurar que la edificación tenga un óptimo comportamiento térmico. Estas condiciones serán utilizadas en la entrega N° 3 donde se evaluarán los escenarios de mejora con respecto a la línea base de referencia de la edificación existente.

- **Código Técnico de Construcción Sostenible**

Mediante Decreto Supremo N° 015-2015-VIVIENDA se aprueba el Código Técnico de Construcción Sostenible (CTCS), el cual tiene por objeto establecer los requisitos técnicos para que las edificaciones y/o habilitaciones urbanas, cumplan con condiciones básicas de sostenibilidad,

promueva la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y el incremento de la capacidad adaptativa, a partir de la implementación de edificaciones y habilitaciones urbanas sostenibles.

Posteriormente, mediante el DS N° 014-2021-VIVIENDA, se aprobó la actualización este código, que reemplaza al que fue aprobado en el año 2015, pues se requería actualizar la norma para incorporar nuevas medidas de sostenibilidad.

Su ámbito de aplicación es opcional en el ámbito nacional, para los procesos constructivos a nivel edificatorio y a nivel urbano, es decir que se aplica a edificaciones y ciudades nuevas, cualquiera sea el sector al que pertenece; público o privado.

Ámbito de aplicación obligatoria es exclusivamente a:

- a) Proyectos de vivienda sostenible aplicado por el Fondo MIVIVIENDA S.A., en el marco del Nuevo Crédito MIVIVIENDA.
- b) Nuevas edificaciones promovidas por las entidades del sector público, según lo indicado en la Tabla N° 01 del mismo instrumento.

Tabla 3.1: Áreas techadas mínimas por tipo de uso para edificaciones no residenciales.

Uso de edificación	Área Techada
Salud, Industria	≥ 1,500 m ²
Recreación y deportes, Transportes y comunicaciones	≥ 1,000 m ²
Oficina, Servicios comunales	≥ 500 m ²
Educación	≥ 2,000 m ²

Las disposiciones del CTCS se aplican de manera complementaria a los criterios y requisitos para el diseño y construcción de edificaciones y habilitaciones urbanas previstos en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y demás normas aplicables a los procesos edificatorios.

El CTCS está constituido por 7 capítulos en el TÍTULO II. EDIFICACIONES SOSTENIBLES que abordan los siguientes temas:

- CAPÍTULO I. EFICIENCIA ENERGÉTICA
- CAPÍTULO II. EFICIENCIA HÍDRICA
- CAPÍTULO III. CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR
- CAPÍTULO IV. MANEJO DE RESIDUOS EN EDIFICACIONES
- CAPÍTULO V. MATERIALES Y PRODUCTOS DE LA CONSTRUCCIÓN
- CAPÍTULO VI. INFRAESTRUCTURA PARA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE

Con respecto al comportamiento energético de la edificación el CTCS establece entre otras cosas:

- En el Título I de Disposiciones Generales, valores de consumo máximo de energía para distintos tipos de uso de edificios según zona bioclimática.
- En el caso de transmitancias térmicas se establece que se debe cumplir con lo establecido en la norma EM110.
- Condiciones para iluminación natural y artificial, ventilación natural y forzada, requisitos de eficiencia para sistemas de calefacción y refrigeración, entre otros.

Por otra parte, en el ANEXO I, establece un resumen de las disposiciones del CTCS aplicables por tipo de edificación y en el ANEXO II, se presenta la Información técnica que debe ser presentada al Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (MVCS) para la calificación de la edificación como sostenible.

No se cuenta con la información de la construcción de línea base de consumo establecida el CTCS.

3.1.1.2 Marco normativo en auditorías energéticas del Ministerio de Energía y Minas (MINEM)

- **Ley N° 27.345 de Promoción del Uso Eficiente de la Energía, año 2000.**

El Ministerio de Energía y Minas (MINEM) declara por medio de esta Ley el interés nacional la promoción del Uso Eficiente de la Energía (UEE) para asegurar el suministro de energía, proteger al consumidor, fomentar la competitividad de la economía nacional y reducir el impacto ambiental negativo del uso y consumo de los energéticos. Y define que MINEM es la autoridad competente para realizar esta promoción por medio de una serie de medidas entre las que se destacan:

- Promover una cultura de uso racional de RE-desarrollo sostenible
- Promover la transparencia mediante diagnósticos y programas
- Promover la cooperación internacional en programas
- Elaborar y ejecutar programas
- Promover el consumo eficiente en zonas aisladas y remotas
- Promueve el etiquetado energético como medio de protección al consumidor.

- **D.S. N° 053-2007-EM, Aprueban Reglamento de la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía**

Instrumento cuyo objetivo es “reglamentar las disposiciones para promover el uso eficiente de la energía en el país contenidas en la Ley N° 27.345, Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía. Y establece lineamientos para cada una de las medidas establecidas en la Ley.

Específicamente en lo referido al Título III “Programas sectoriales de uso eficiente de la energía, en su artículo 6.- Programas Sectoriales de Uso Eficiente de la Energía establece que el ministerio ejecuta programas de uso eficiente de la energía por sector y en particular en su artículo 6.3 establece los lineamientos para el “Sector Público” específicamente se destacan los siguientes por la relación con la presente consultoría:

- Aprueba los criterios para la elaboración de auditorías energéticas que deberán realizar las entidades del Sector Público cuya facturación mensual por consumo de energía eléctrica sea mayor de 4 UIT.

- Las entidades del Sector Público utilizarán, para fines de iluminación y otros usos, equipos eficientes que cumplan con las características técnicas determinadas por el Ministerio.
- Elabora indicadores de consumo de energía para que sirvan de orientación para el uso eficiente de la energía.
- Coordina con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento la incorporación de criterios de uso eficiente de la energía en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), de acuerdo con las zonas geográficas y climatológicas del país.

- **Resolución Ministerial 186-2016-MEM/EM**

Resolución que establece “Criterios para la Elaboración de Auditorías Energéticas en entidades del Sector Público” con la finalidad de optimizar los consumos energéticos y la reducción de sus facturaciones por consumo de energía, a fin de coadyuvar al desarrollo energético sostenible del país. Además, le otorga a la Dirección General de Eficiencia Energética (DGEE) la facultad para “conducir, promover y/o ejecutar las actividades encargadas a MINEM mediante la Ley N° 27.345 y su reglamento, específicamente en lo vinculado a auditorías energéticas a la formulación de los criterios para realizar las auditorías energéticas a entidades del sector público, como parte de la ejecución de los programas sectoriales de uso eficiente de la energía para el Sector Público, cuyas etapas y acciones se detallan a continuación.

Tabla 3.2: Etapas de una auditoría energética en entidades del sector público

ETAPA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
ETAPA 1	Recopilación de información preliminar	Se identifican las áreas físicas, las actividades, productos o servicios y el personal de mantenimiento.
ETAPA 2	Revisión de la facturación de energéticos	Se revisa la facturación de consumo de todos los energéticos usados y sus características, como la periodicidad y la variedad de combustibles que se compran.
ETAPA 3	Recorrido de las instalaciones	Se procede a recorrer las instalaciones, identificando los generadores y consumidores de energía estableciendo los centros de medición de consumo de energía, así como sus centros de costos de consumo.
ETAPA 4	Campaña de mediciones	Se instalan instrumentos y equipos requeridos, se recopila información de los puntos y parámetros establecidos para su posterior evaluación.
ETAPA 5	Evaluación de registros-determinación de línea base	Se descarga la información proveniente de los instrumentos instalados y se valida la data registrada para proceder al análisis de datos y cálculos preliminares, estableciéndose la Línea Base

ETAPA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
ETAPA 6	Identificación de oportunidades de mejora en eficiencia energética	Se analizan los flujos de energía al interior del sistema y se identifican oportunidades para el uso eficiente de la energía a través de las buenas prácticas y/o reemplazo de equipos.
ETAPA 7	Evaluación técnica económica de las mejoras planteadas	Se evalúan los aspectos técnicos y económicos de las alternativas identificadas para establecer cualitativa y cuantitativamente el ahorro de energía, el beneficio económico anual esperado.
ETAPA 8	Informe consolidado	Se procede a elaborar el informe detallado de la Auditoría Energética, destacando la determinación de la Línea de Base de operación del sistema energético de la entidad y el resumen de oportunidades de las mejoras detectadas.
ETAPA 9	Implementación de mejoras	Implementación de actividades propuestas en el Informe de Auditoría Energética, a ser previstas en los Planes operativos y presupuestales de la entidad.

Por otra parte, MINEM ya cuenta con una serie de 6 encuestas que se desarrollaron para realizar auditorías o diagnósticos energéticos de edificios que están en uso y que se explican en el numeral 3.1.1.3 del presente informe.

- **Decreto Supremo N° 011-2021-EM**

El objeto de este DS es establecer disposiciones para el desarrollo de auditorías energéticas y la certificación de auditores energéticos, con la finalidad de promover la eficiencia en el uso de la energía en las entidades y empresas estatales y privadas.

Establece en su artículo N° 3 que las auditorías a entidades del estado deberán ser realizadas cada dos (2) años por auditores energéticos debidamente certificados y/o EMSES, cumpliendo con los criterios para la realización de auditorías energéticas establecidos por el Ministerio de Energía y Minas. Por otra parte, en su artículo N° 5 establece lineamientos de certificación para auditores energéticos. Además, en su artículo N° 6 establece lineamientos para el Reporte de información de auditorías energéticas, lo que deberá realizarse por medio de un sistema de medición, reporte y verificación (MRV) en las formas y modos que apruebe el Ministerio de Energía y Minas.

Complementario a lo anterior, mandata la modificación y actualización de los criterios para la realización de auditorías energéticas aprobados por Resolución Ministerial N° 186-2016-MEM/DM.

3.1.1.3 Antecedentes de consumo de energía en edificios existentes

El Ministerio de Energía y Minas (MINEM) del Perú, hizo llegar al equipo consultor siete carpetas con la siguiente información, el detalle del contenido de cada carpeta se adjunta en el Anexo 1:

- **01 Diagnósticos DGEE 2016,**

En el marco de lo mandatado por el D.S. N° 053-2007-EM, de la Ley N° 27.345 sobre la Promoción del Uso Eficiente de la Energía, que establece programas sectoriales de uso eficiente de la energía, y establece para las entidades del Sector Público realizar auditorías energéticas cuando consuman más de 4UIT promedio mensual en 12 meses y que deberán establecer acciones de ahorro de energía y eficiencia energética, se hace entrega de información sobre encuestas y bases de datos de auditorías energéticas realizadas entre los años 2015 y 2016 a edificios del sector público. En particular la carpeta contiene:

- **Sub-Carpeta llamada encuestas vía email:** Corresponden a encuestas y bases de datos de auditorías energéticas que se desarrollaron entre los años 2015 y 2016 a edificios de 9 ministerios. Estas auditorías o diagnósticos están conformados por los 6 tipos de encuestas que se muestran a continuación:

Tabla 3.3: Tipos de encuestas de auditoría o diagnóstico energético 2015-2016

ENCUESTA	CONTENIDO
Encuesta 0	Identificación y ubicación
Encuesta 1	Consumos de electricidad y agua
Encuesta 2	Consumo de combustibles fósiles para uso vehicular
Encuesta 2.1	Consumo de combustibles fósiles para Hospitales
Encuesta 3	Uso de energía y equipos- lámparas y equipos de A.A.
Encuesta 4	Uso de energía y equipos - Otros equipos

Sin embargo, para efectos de la presente consultoría, sólo se obtuvo información de utilidad de 10 edificios que respondieron las encuestas N° 0, 1 y 3, dado en que entre las tres encuestas se logra levantar información sobre: ubicación, años de construcción, horarios de uso, carga de personas, potencia contratada, N° de empleados por mes, consumo de electricidad, consumo de gas, cantidad y potencia de lámparas y equipos de aire acondicionado.

- **Sub-Carpeta Informes:** Informes de situación energética de tres ministerios (Minagri, Mincetur y MINTRA) del año 2016.
- **Archivos con las bases de datos de los diagnósticos energéticos** del año 2015 y 2016.

De toda la información que contiene esta carpeta sólo será de utilidad Información de 10 edificaciones que cuentan con información de las encuestas 0, 1 y 3 y que permiten mejor caracterización de la información.

- **02 Estudios de Auditorías BD Electricidad:**

En el marco del D.S. N° 053-2007-EM, el MINEM, realizó un estudio basado en información de auditorías energéticas de edificios del sector público entre los años 2017 y 2019. Esta carpeta contiene los resultados de esas auditorías, información que fue de utilidad para la caracterización de edificios y contiene:

- Informe sobre “Servicio de consultoría para desarrollar una línea base y establecer una hoja de ruta para la implementación de auditorías energéticas en el sector público en el Perú”, informe realizado el año 2021. este informe

entrega información sobre tipos y cantidades de entidades del sector público sin separar por zona bioclimática.

Este estudio busca analizar la facturación eléctrica de la edificación pública de Perú para establecer la línea base de la facturación promedio de todas las entidades del sector público en UIT por mes y año a nivel nacional, y sus características requeridas para poder estimar el costo del desarrollo de auditorías energéticas por tipo de auditoría energética (I, II o III).

Se explica la diferencia entre los tres tipos de auditorías y se recomienda que se siga promoviendo las auditorías energéticas tipo II en edificios que facturen más de 4 UIT al mes, de acuerdo con el Decreto Supremo 053-2007-EM y por ser el grupo más representativo.

A continuación, se describen los anexos que forman parte del respaldo de este servicio, el anexo 2 fue la única información que fue de utilidad para la presente consultoría, dado que sirvió para caracterizar la distribución de los edificios públicos por zonas bioclimáticas.

El resto de la información de este estudio es muy genérica en cuanto a información de energía de los edificios y no cuenta con información sobre superficie de los edificios, cantidad de usuarios, individualización de tipos de uso de la energía, ni ubicación de los edificios.

Si es importante rescatar que se recomienda continuar con auditorías tipo 2 que permiten lograr una mejor caracterización energética de los edificios.

- **Anexo 2:** Listado de 2939 entidades sector público, sin información de consumos ni arquitectónica que sirviera para caracterización energética de edificios. Sin embargo, fue utilizada para realizar caracterización de usos de edificios públicos por zona bioclimática.
 - **Anexo 4:** Archivos de consumos de energía de más de 39.000 edificios de los años 2017, 2018 y 2019, pero sin información de arquitectura, ni por separación de tipos de uso que sea de utilidad para caracterización.
 - **Anexo 5:** Análisis de archivos de ventas y empresas identificadas. Que no tiene utilidad para el estudio.
 - **Anexo 6:** Resumen de entidades 4UIT, que no se identificó utilidad para el estudio.
 - **Anexo 7:** análisis por sedes, que no se identificó utilidad para el estudio.
- **03 información MVCS, información del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento**

Esta carpeta contenía los siguientes documentos:

- Informe sobre el “Análisis de sensibilidad para la definición de estándares del Código Técnico de Construcción Sostenible de Perú. (Desarrollado por el IFC, POCH y Factor CO2) para 5 ciudades de Perú.
- Código Técnico de Construcción Sostenible
- Norma técnica EM.110, envolvente térmica del reglamento nacional de edificaciones.

- **04 auditorías Energéticas,**

Esta carpeta contiene:

- Informes con información Auditoría Energética Cuartel General 2019
- Auditoría Energética FONAFE 2019 y 2021
- Auditoría Energética MINEM 2014 y 2021
- Auditorías Energéticas KEA 2015

De toda la información que contiene esta carpeta sólo será de utilidad Información de 3 edificaciones.

- **05 Encuestas hábitos 2013**

Esta carpeta contiene tres documentos:

- Resumen ejecutivo de informe "Estudio de hábitos de consumo de energía en el sector público, productivo y de servicios y oferta de equipos eléctricos eficientes".
En este estudio se señala que sólo el 12,59% de los edificios público utilizan aire acondicionado y de ellos el 45% cuenta con mecanismos de ahorro de energía.
- Presentación sobre "Estudio de Hábitos de consumo de energía en el sector público, productivo y de servicios y oferta de equipos eléctricos eficientes"
- Presentación sobre los "Resultados encuesta hábitos sectores Perú 2013".

Los documentos que contiene esta carpeta son conclusiones de un análisis de datos de consumos energéticos de edificios para varios sectores, entre los que están los edificios públicos. Sin embargo, esta información no de utilidad para el estudio, dado que no se cuenta con detalles de la edificación que permitan la caracterización energética de los edificios, como, por ejemplo, superficie de los edificios, cantidad de usuarios, individualización de tipos de uso de la energía, ni ubicación de los edificios.

Dentro de los documentos entregados, no se explica que metodología se utilizó para levantar la información.

- **06 MRV Auditoria Energética**

Esta carpeta contiene tres documentos:

- Informe "Implementación del Sistema de MRV para Auditorías Energéticas en el Sector Público".
- Excel para la estimación de costos de medidas a implementar en el sistema MRV.
- Base de datos para campaña de ahorro de energía sector público - jefes de OGA.

Sin embargo, no es información de utilidad para el estudio.

- **07 informe de Ecoeficiencia**

Esta carpeta contiene los informes de Ecoeficiencia de todo el sector público desde el año 2009 al año 2016. Sin embargo, no es información de utilidad para el estudio.

Por lo tanto, de toda esta información sólo será de utilidad para caracterizar edificios información de 10 edificios de la carpeta 01 y 3 edificios de la carpeta 04.

3.1.1.4 Identificación de Zonas Bioclimáticas Cálidas

La Norma EM 110, sobre Confort Térmico y lumínico con eficiencia energética, define 9 zonas Bioclimáticas para el Perú, que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 3.4: Zonas Bioclimáticas según lo establecido en la norma EM110

Características climáticas	ZONAS BIOCLIMATICAS DEL PERU								
	1 Desértico Costero	2 Desértico	3 Interandino Bajo	4 Mesoandino	5 Alto Andino	6 Nevado	7 Ceja de Montaña	8 Subtropical Húmedo	9 Tropical Húmedo
1 Temperatura media anual	18 a 19°C	24°C	20°C	12°C	6°C	< 0°C	25 a 28°C	22°C	22 a 30°C
2 Humedad relativa media	> 70%	50 a 70%	30 a 50%	30 a 50%	30 a 50%	30 a 50%	70 a 100%	70 a 100%	70 a 100%
3 Velocidad de viento	Norte: 5-11 m/s Centro: 4-5 m/s Sur: 6-7 m/s	Norte: 5-11 m/s Centro: 4-5 m/s Sur: 6-7 m/s	Norte: 4 m/s Centro: 6 m/s Sur: 5-7 m/s	Norte: 10 m/s Centro: 7,5 m/s Sur: 4 m/s Sur - Este : 7 m/s	Centro: 6 m/s Sur: 7 m/s Sur Este: 9 m/s	Centro: 7 m/s Sur: 7 m/s	Norte: 4-6 m/s Centro: 4-5 m/s Sur: 6-7 m/s	Norte: 5-7 m/s Este: 5-7 m/s Centro: 5 m/s	Este: 5-6 m/s Centro: 5 m/s
4 Dirección predominante del viento	S - SO - SE	S - SO - SE	S	S - SO - SE	S - SO	S - SO	S - SO - SE	S - SO - SE	S - SO
5 Radiación solar	5 a 5,5 kWh/m ²	5 a 7 kWh/m ²	2 a 7,5 kWh/m ²	2 a 7,5 kWh/m ²	S kWh/m ²	s kWh/m ²	3 a 5 kWh/m ²	3 a 5 kWh/m ²	3 a 5 kWh/m ²
6 Horas de sol	Norte: 5 horas Centro: 4,5 horas Sur: 6 horas	Norte: 6 horas Centro: 5 horas Sur: 7 horas	Norte: 5-6 horas Centro: 7-8 horas Sur: 6 horas	Norte: 6 horas Centro: 8-10 horas Sur: 7-8 horas	Centro: 8 a 10 horas Sur: 8 a 10 horas	Centro: 8 a 10 horas Sur: 8 a 11 horas	Norte: 6-7 horas Centro: 8-11 horas Sur: 6 horas	Norte: 4-5 horas Sur-Este: 4-5 horas	Norte: 4-5 horas Este: 4-5 horas
7 Precipitación anual	< 150 mm	< 150 a 500 mm	< 150 a 1,500 mm	150 a 2,500 mm	< 150 a 2,500 mm	250 a 750 mm	150 a 6000 mm	150 a 3000 mm	150 a 4000 mm
8 Altitud	0 a 2000 msnm	400 a 2000 msnm	2000 a 3000 msnm	3000 a 4000 msnm	4000 a 4800 msnm	> 4800 msnm	1000 a 3000 msnm	400 a 2000 msnm	80 a 1000 msnm
Equivalente en la clasificación Koppen	BSs-BW, BW	Bw	BSw	Dwb	ETH	EFH	Cw	Aw	Af

Fuente: Anexo 1 norma EM 110

Como alcance de este estudio, se estudiarán 3 zonas climáticas, siendo 1 de ellas la que corresponda a Lima, y las otras dos deberán ser representativas de climas cálidos. De las nueve zonas bioclimáticas se destacan las siguientes 5 zonas bioclimáticas cálidas:

- i. Desértico costero
- ii. Ceja de Montaña
- iii. Desértico
- iv. Tropical Húmedo
- v. Sub Tropical Húmedo

La ciudad de Lima está ubicada en la zona Desértico Costero y parte del trabajo que se presenta a continuación es identificar la segunda y tercera zona más representativa para caracterización de edificios públicos.

3.1.1.5 Caracterización de la edificación por zona Bioclimática

A partir del listado de edificios centrales o principales de 2939 entidades del sector público recibidas, se analizó la distribución de edificación por zona bioclimática.

- Para esto se incorporó una columna en la planilla del listado donde según provincia se asignó la zona bioclimática.
- Con esto se pudo identificar que zonas bioclimáticas cálidas contaban con más edificación Pública.

Tabla 3.5: Cantidad de edificación Pública por zona climática

N°	Zona bioclimática	Cantidad Edificaciones públicas
1	Desértico Costero	792
2	Desértico	186
3	Ceja de Montaña	301
4	Subtropical Húmedo	97
5	Tropical Húmedo	160

- Luego, se identificó cual era zona Bioclimática con más población y cuál era la ciudad con mayor población dentro de cada una de las zonas.

Tabla 3.6: Cantidad de población por zona bioclimática cálida y población por ciudad.

N°	Zona bioclimática	Población	Ciudad representativa	Cantidad Edificaciones principales de entidades públicas
1	Desértico Costero	14.067.020	Lima	792
2	Desértico	2.886.108	Piura	186
3	Ceja de Montaña	1.037.881	La Merced	301
4	Subtropical Húmedo	1.273.076	Sullana	97
5	Tropical Húmedo	2.435.058	Iquitos	160

A partir de la información de cantidad de edificaciones de uso público por zona bioclimática, se identifica que la zona con menor representación de edificación Pública es la zona Subtropical Húmedo.

3.1.2 Solicitud de información 2022

En complemento a la información entregada por MINEM, el equipo E3, con el fin de levantar mayor cantidad de información y bajo acuerdo con MINEM desarrolló una encuesta para caracterización energética de edificios basada en la encuesta 0 y 1 de los diagnósticos energéticos de la DGEE, cuyo fin está enfocado a levantar información focalizada a comportamiento térmico y de consumo energético para cubrir necesidades térmicas. Además, se desarrolló una propuesta de oficio para solicitar a las instituciones públicas más representativas identificadas del listado de instituciones públicas y que son las que se señalan en la siguiente tabla:

Tabla 3.7: Tipos de edificación Pública más frecuente por zona bioclimática

INSTITUCIÓN	EDIFICIO
Municipalidades	Municipalidad Provincial

INSTITUCIÓN	EDIFICIO
Gobierno regional	Dirección regional
Energía y minas	Empresa de servicio público
Justicia	Zona registral
Mujer y poblaciones vulnerables	Sociedad de beneficencia pública
Trabajo y promoción del empleo	Red asistencial

Esta información fue enviada por el MINEM-DGEE por medio del oficio N° 0259 de fecha 22 de septiembre a los siguientes 16 ministerios:

- i. Ministerio de defensa
- ii. Ministerio del interior
- iii. Ministerio de educación
- iv. Ministerio de relaciones exteriores
- v. Ministerio de economía y finanzas
- vi. Ministerio de salud
- vii. Ministerio de trabajo y promoción del empleo
- viii. Ministerio de la producción
- ix. Ministerio de justicia y derechos humanos
- x. Ministerio de comercio exterior y turismo
- xi. Ministerio de cultura
- xii. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento
- xiii. Ministerio de la mujer y poblaciones vulnerables
- xiv. Ministerio de desarrollo e inclusión social
- xv. Ministerio de desarrollo agrario y riego
- xvi. Ministerio del ambiente

A la fecha se recibió información de los siguientes 5 edificios ubicados en Lima:

- i. Ministerio de trabajo y promoción del empleo
- ii. Ministerio de la producción
- iii. Ministerio de comercio exterior y turismo
- iv. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento
- v. Ministerio del ambiente

Tanto los antecedentes históricos entregados por MINEM, como los levantados por el oficio N° 0259, corresponde a edificación principalmente ubicada en la zona bioclimática de Lima. Dado que las sedes principales de los ministerios se ubican en Lima. Las sedes principales de las municipalidades provinciales o gobiernos regionales se ubican en diferentes zonas bioclimáticas del país, sin embargo, no se obtuvo información de utilidad para este estudio de éstas últimas.

3.1.3 Selección de zonas bioclimáticas

Para realizar el análisis del comportamiento de los climas, su selección y futuro análisis térmico de los edificios en los climas seleccionados, se utilizaron archivos climáticos del Centro para el entorno construido o Center for the built environment of Berkeley University of California, que es una plataforma abierta que cuenta con archivos climáticos para el análisis climático de

edificios sostenible¹. En carencia de archivos climáticos oficiales con información horaria, se decidió el uso de esta plataforma ya que cuenta con el formato solicitado para cálculos dinámicos horarios e incluye la información de temperatura, humedad, radiación directa y difusa. Esta información corresponde a la mínima necesaria para cálculos de transferencia de calor dinámicos horarios.

El equipo consultor analizó el comportamiento térmico, de humedad y radiación de los climas cálidos con el objeto de identificar qué climas podrían tener más diferencias y que permitieran caracterizar diferentes tipologías de edificios.

Dado que en el análisis previo se identificó que la zona Subtropical Húmedo es la que tiene menor representación en edificación pública es que se analizaron sólo los climas de:

Tabla 3.8: Zonas Bioclimáticas que se analizaron

N°	Zona bioclimática	Ciudad
1	Desértico Costero	Lima
2	Desértico	Piura
3	Ceja de Montaña	La Merced
4	Tropical Húmedo	Iquitos

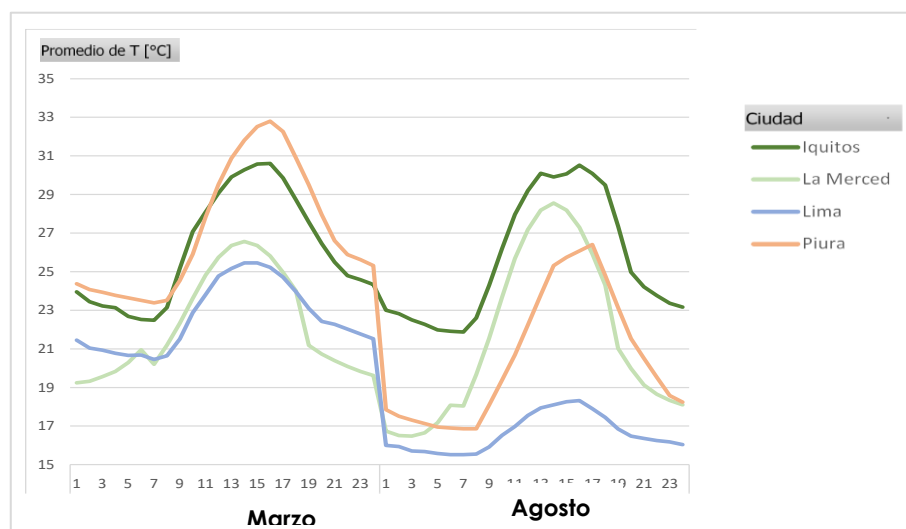


Gráfico 3.1: Comportamiento de temperaturas 4 ciudades, 2 meses del año.

Fuente de datos climáticos: <https://clima.cbe.berkeley.edu/>

En este gráfico se puede observar el comportamiento de temperatura de un día representativo para dos meses representativos (marzo y agosto), donde se identifica claramente que la zona Desértica (Piura) presenta mayor oscilación térmica que las demás zonas. Por otra parte, se observa que entre los cuatro climas las temperaturas más altas las tiene Iquitos y las más bajas Lima.

¹ <https://clima.cbe.berkeley.edu/>

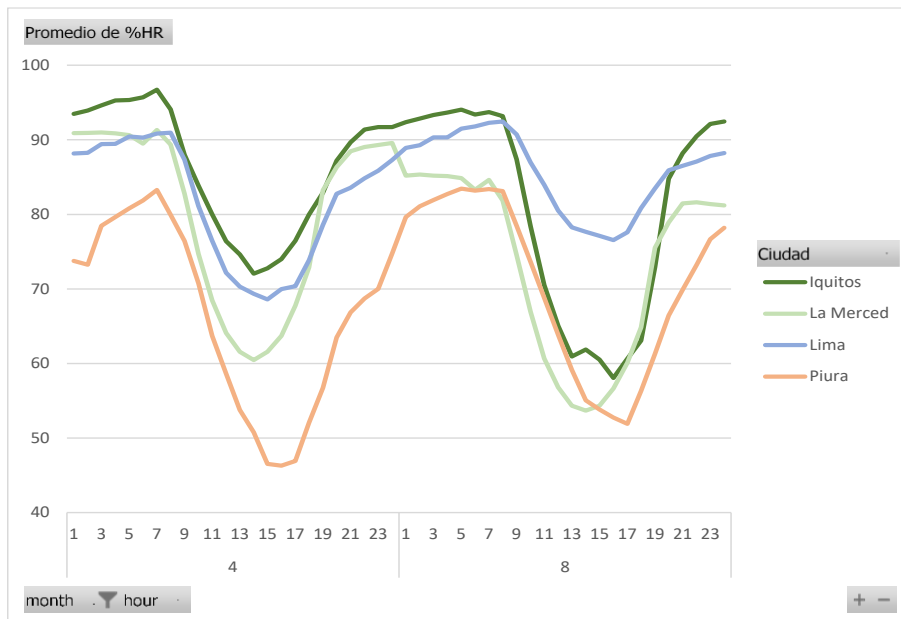


Gráfico 3.2: Comportamiento de humedad relativa por zona bioclimática, 4 ciudades, 2 meses del año.

En este gráfico se puede observar que la humedad relativa es bastante alta y pareja en 3 de los cuatro climas, siendo el clima desértico el de menor porcentaje de humedad.

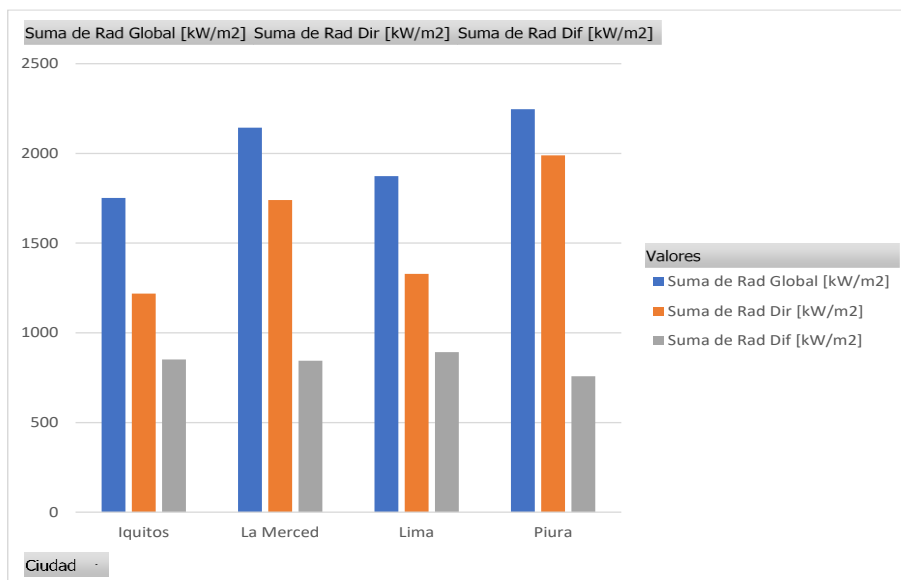


Gráfico 3.3: Sumatoria de radiación anual por zona bioclimática, 4 ciudades

Con respecto a radiación, podemos observar que la diferencia entre radiación directa y difusa en el clima desértico es mucho mayor que la que se da en climas tropicales, esto debido a la presencia de nubosidad en le últimas.

A partir de la información de cantidad de población y variabilidad de los datos climáticos se recomienda trabajar con los siguientes climas que podrán representar condiciones más extremas para los análisis y que permitirían trabajar con edificación de diferentes características que los otros dos climas seleccionados.

Tabla 3.9: Zonas Bioclimáticas seleccionadas para desarrollar la caracterización

N°	Zona bioclimática	Población	Ciudad representativa	Cantidad
				Edificaciones principales de entidades públicas
1	Desértico Costero	14.067.020	Lima	792
2	Desértico	2.886.108	Piura	186
3	Tropical Húmedo	2.435.058	Iquitos	160

3.2 Caracterización de edificios existentes

3.2.1 Caracterización arquitectónica de edificios existentes

A continuación, se resume la información levantada de los 18 edificios.

Tabla 3.10: ubicación, altura e información de planimetría de los edificios con información.

N ^o	Ministerio/ Institución	Ciudad	Zona Bioclimática	Cantidad de pisos	Altura	Superficie [m ²]	Planimetría [Sí/No]
1	MINCETUR	Lima	Desértico Costero	17	Gran Altura	812	Sí
2	MINAM	Lima	Desértico Costero	4	Mediana Altura	181	Sí
3	MTPE	Lima	Desértico Costero	12	Gran Altura	2.881	Sí
4	PRODUCE	Lima	Desértico Costero	17	Gran Altura	778	Sí
5	VIVIENDA	Lima	Desértico Costero	15	Gran Altura	1.704	Sí
6	MINCUL	Lima	Desértico Costero	3,5 y 7	Mediana y Gran Altura	26.315	No
7	OTASS	Lima	Desértico Costero	3	Mediana Altura	109	No
8	MINAGRI-Administración	Lima	Desértico Costero	3	Mediana Altura	No Info	No
9	MINAGRI-Bolivar	Lima	Desértico Costero	1	Baja Altura	500	No
10	MINAGRI-DGIAR	Lima	Desértico Costero	2	Baja Altura	827	No
11	MINAGRI-PEAH	L. Prado	Sub Tropical húmedo	2	Baja Altura	30	No
12	MINAGRI-SERFOR	Lima	Desértico Costero	12	Gran Altura	3.000	No
13	PRODUCE - A comer Pescado	Lima	Desértico Costero	2	Baja Altura	320	No
14	PRODUCE - IMARPE	Lima	Desértico Costero	7	Gran Altura	4.777	No
15	PRODUCE - ITP	Lima	Desértico Costero	2	Baja Altura	4.000	No
16	CGE	Lima	Desértico Costero	8	Gran Altura	129.310	No
17	FONAFE	Lima	Desértico Costero	18	Gran Altura	9.338	No
18	MINEM	Lima	Desértico Costero	3	Mediana Altura	18.848	Sí

De los 18 edificios, se cuenta con planimetría sólo de 39% (7 edificios). En el Anexo 2 se presenta el detalle de la información con que se cuenta por edificio.

3.2.1.1 Distribución por zona Bioclimática:

A partir de la información levantada de los 18 edificios se identifica que la mayoría están ubicados en la ciudad de Lima es decir de la zona Desértica Costera y sólo uno en la zona subtropical húmeda.

Dado que no se contaba con información sobre edificios en las otras dos zonas bioclimáticas, se buscó información por internet sobre tipologías de edificación Pública en las otras dos zonas climáticas recomendadas (desértica y tropical húmeda). De la información levantada se identificó que la mayoría de la edificación pública ubicada en Lima es de mediana o gran altura y en las ciudades de Iquitos y Piura la mayoría de la edificación pública es de mediana y baja altura.



Figura 3.1: Imágenes de referencia de edificios públicos por zona bioclimática.

De lo anterior se realizó una clasificación en base al número de pisos de cada edificación, categorizándolos en tres grupos; cinco (28%) edificios de baja altura, es decir entre uno y dos pisos, cuatro (22%) de mediana altura, entre 3 y 4 pisos y nueve (50%) de gran altura, desde cinco a más pisos.

Tabla 3.11 Distribución de 3 categorías

Categoría	N° de pisos
Gran Altura	>4 pisos
Mediana Altura	3 - 4 pisos
Baja Altura	< 3 pisos

3.2.1.2 Distribución en planta

Con el objetivo de determinar una distribución promedio de recintos climatizados dentro de una planta representativa de edificación pública, se procedió a analizar las planimetrías recibidas en la encuesta de caracterización energética.

Para esto el primer paso fue categorizar los edificios según ciudad y altura en base a las encuestas de caracterización energética recibidas. Dicha información fue ordenada como sigue:

Tabla 3.12 División en las 3 categorías

N°	Ministerio/Institución	Ciudad	Altura
1	Ministerio de Comercio Exterior y Turismo	Lima	Gran Altura
2	Ministerio del Ambiente	Lima	Mediana Altura
3	Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo	Lima	Gran Altura
4	Ministerio de la Producción	Lima	Gran Altura
5	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Lima	Gran Altura
6	Ministerio de Cultura	Lima	Gran Altura
7	OTASS	Lima	Mediana Altura
8	MINAGRI-Administración	Lima	Mediana Altura
9	MINAGRI-Bolívar	Lima	Baja Altura
10	MINAGRI-DGIAR	Lima	Baja Altura
11	MINAGRI-PEAH	L. Prado	Baja Altura
12	MINAGRI-SERFOR	Lima	Gran Altura
13	Ministerio de la Producción - A comer Pescado	Lima	Baja Altura
14	Ministerio de la Producción - IMARPE	Lima	Gran Altura
15	Ministerio de la Producción - ITP	Lima	Baja Altura
16	Cuartel General	Lima	Gran Altura
17	FONAFE	Lima	Gran Altura
18	MINEM	Lima	Mediana Altura

Luego, se filtraron aquellos edificios que poseían planimetría válida para el análisis de distribución, quedando los siguientes:

Tabla 3.13 Edificación con planimetría

N°	Ministerio/Institución	Ciudad	Altura
1	Ministerio de Comercio Exterior y Turismo	Lima	Gran Altura
2	Ministerio del Ambiente	Lima	Mediana Altura
3	Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo	Lima	Gran Altura
4	Ministerio de la Producción	Lima	Gran Altura
5	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Lima	Gran Altura
6	MINEM	Lima	Mediana Altura

En tercer lugar, para la zona climatizada de las plantas de arquitecturas de estos 6 edificios se realizaron las categorizaciones por superficie de sus recintos, marcando sus geometrías sobre el plano y registrando sus áreas. En consideración que la relación de planta versus superficie de muro impacta en la climatización de dicho volumen, es que se crearon 4 categorías de superficies en las edificaciones

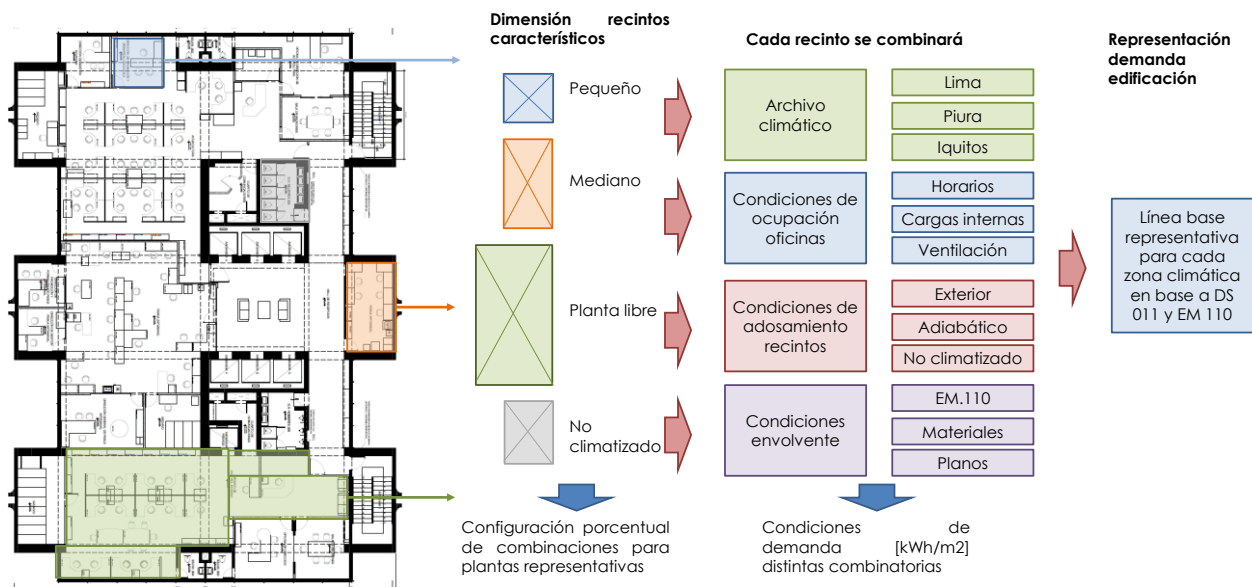


Figura 3.2: Ejemplo Diagrama para caracterización de línea base a partir de las tipologías de recintos

Una vez calculado el porcentaje de distribución en planta de cada uno de los tipos de recinto en base a las áreas registradas, y clasificando los edificios según altura se obtuvo un resumen de agrupación porcentual de recintos según dimensiones.

Tabla 3.14 Distribución por superficies representativas

Gran Altura		Mediana Altura		Baja Altura	
Tipo Recinto	Promedio	Tipo Recinto	Promedio	Tipo Recinto	Promedio
Pequeño <10m ²	6%	Pequeño	5%	Pequeño	5%
Mediano <20m ²	11%	Mediano	11%	Mediano	23%
Planta Libre 60 m	37%	Planta Libre 60 m	76%	Planta Libre 60 m	73%
Planta Libre 480 m	47%	Planta Libre 480 m	10%	Planta Libre 480 m	0%

De este análisis se calculó la fracción no climatizada por categoría de altura para cada edificio.

Tabla 3.15 Distribución de zonas climatizadas

Gran Altura		Mediana Altura		Baja Altura	
Superficie Climatizada	74 %	Superficie Climatizada	75 %	Superficie Climatizada	70 %
Superficie no Climatizada	26 %	Superficie no Climatizada	25 %	Superficie no Climatizada	30 %

Finalmente, las edificaciones de uso público con uso de “oficinas” presentan recintos que son utilizados con aglomeraciones de personas mayores, como es el caso de las salas para reuniones. En vista que las cargas para climatización de dichos recintos son distintas, se dividió el área de

planta climatizada en estas 2 tipologías de ocupación. A las salas de reuniones se les asignó una ocupación del 30% dentro de la jornada laboral de oficinas.

Tabla 3.16 Porcentaje asignado a Oficinas y a Salas de Reuniones.

Gran Altura		Mediana Altura		Baja Altura	
Oficinas	90%	Oficinas	90%	Oficinas	90%
Salas de Reuniones	10%	Salas de Reuniones	10%	Salas de Reuniones	10%

La distribución porcentual de tamaños de recintos, así como tipología de uso y su distribución de áreas climatizadas y no climatizadas permitirá definir combinatorias en planta genéricas de tal manera de generar una envolvente de condiciones de ocupación sin considerar 1 arquitectura en particular, ideal cuando se cuenta con fuentes de ejemplos escasos.

3.2.1.3 Sistemas constructivos

Por otra parte, a partir de las 5 encuestas realizadas en octubre del presente año se identificó que los sistemas constructivos para muros varían entre estructuras de hormigón armado para edificios en altura y ladrillos para mediana y baja altura, y para cubiertas sólo se declaran de hormigón armado.

Tabla 3.17 Sistemas constructivos según altura de los edificios

N°	Zona bioclimática	Altura más común de la edificación	Materialidad más común muros
1	Desértico Costero	Alta / media	Hormigón/ Ladrillo
2	Desértico	Media / baja	Ladrillo
3	Tropical Húmedo	Media / baja	Ladrillo

3.2.2 Caracterización energética de los edificios existentes

3.2.2.1 Climatización

Como antecedente, a nivel global se ha estudiado que el consumo energético en climatización de edificios corresponde entre el 40 al 50%² del consumo total de un edificio en su etapa de ocupación.

Como parte de los antecedentes entregados se identificó en los informes de auditorías energéticas de cuatro edificios institucionales del año 2019 y 2021 información sobre relación entre consumo de climatización y consumo total del edificio en el cual se muestra en la siguiente tabla y tiene relación con los datos a nivel global.

² Analysis on Energy-Efficient HVAC System for Buildings. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-3132-0_21
Determinación de indicadores de comportamiento energético para edificaciones del sector público en zonas bioclimáticas cálidas y de la ciudad de Lima

Tabla 3.18: relación consumo en climatización edificios auditados años 2019-2021

Institución	% consumo climatización	año
Cuartel General	75%	2.019
Fonafe	57%	2.019
MVCS	64%	2.019
MINEM	55%	2.021
Promedio	63%	

Por otra parte, a partir de la información recibida de más de 2000 edificios existentes en los archivos de las bases de datos de los diagnósticos energéticos del año 2015 y 2016, se pudo hacer un cruce entre los que contaban con la información de consumo energético total del edificio y los que contaban con la información de la potencia instalada en clima. De estos sólo 63 edificios contaban con la información. Luego se estimó el consumo de energía en clima de estos edificios asignándole horarios de uso a los edificios en función a lo levantado en la encuesta de caracterización.

A partir de esta estimación se identificó que sólo 20 edificios, es decir el 32% de los edificios reportaban consumos en climatización que fluctúan entre el 20% y 70% del total de consumo. Por otra parte, se observa que 28 edificios es decir el 44% reportan consumos por bajo el 20% lo que denota probablemente pobreza energética y un 24% reporta consumos superiores al 70 y 100% inclusive, lo cual denota errores en los datos. Mayor detalle de esta información se adjunta en Anexo 4 del presente documento.

Las fichas propuestas en el numeral 3.5 del presente informe servirán para futuras auditorias para contar con información.

3.2.2.1.1 Eficiencia en los equipos.

Del listado de equipos que son indicados en las encuestas se solicitaron 3 datos.

Consumo de energía de la Red, Calor y/o frio entregado y eficiencia del equipo. Aunque con 2 de los 3 de estos datos se puede obtener el valor referencial del tercero, se solicitaron los 3 para ampliar las posibilidades de obtener información de las encuestas.

De las distintas encuestas recibidas, así como las anteriores, se pudo obtener una eficiencia estática promedio de 2.8. Esto quiere decir que por cada 2.8 unidades de frio entregado, consume 1 de energía.

3.2.2.2 Iluminación

De las mismas bases de datos, sólo 8 edificios cuentan con información de luminarias. A su vez, de las encuestas, 17 de los 18 edificios cuentan con reportes de luminarias, sin embargo, solo 6 reportan potencias instaladas que fluctúan entre 7 [W/m²] a 25 [W/m²].

Se mencionan estos rangos ya que en oficinas las potencias debiesen fluctuar del orden de 10 [W/m²] a 15 [W/m²] en luminarias como fluorescentes o LED para satisfacer del orden de 400 Lux, recomendado para trabajos realizados en oficinas.

3.2.2.3 Consumo equipos eléctricos

Con equipos eléctricos (fuerza) se entiende el consumo energético a través de enchufes que no es climatización o iluminación.

Las encuestas definen equipos de clima, de iluminación y otros equipos relacionados a:

- Refrigeradoras domésticas
- Congeladoras
- Calentadores de agua
- Calderas
- Lavadoras
- Secadoras
- Motores Eléctricos

En general los consumos de equipos eléctricos en edificaciones con destino Oficinas corresponden principalmente a computadores y equipos de oficina como impresoras u similares y lo relacionado con desplazamiento vertical u ascensores. Las cargas relacionadas a estos artefactos de oficina rondan los 150 [W] por lo que considerando del orden de 10 [m²/pers] esto entrega una potencia instalada del orden de 15 [W/m²]³. Consumos relacionados a este ítem rondan el 30%-35%⁴ siendo el resto del orden de un 20% en iluminación, 5% en ACS y 40% en Climatización

3.2.2.4 Resumen Caracterización energética de los edificios.

En base a las encuestas recibidas se observa que gran parte de la información probablemente presenta errores en digitación ya que los órdenes de magnitud en varios registros escapan de valores coherentes.

En lo que respecta climatización, se observa una probable alta pobreza energética, ya que la gran mayoría de las edificaciones consumen menos del 20% de su energía en climatización. Como pobreza energética se entiende que la energía consumida para climatización es inferior a la necesaria para satisfacer confort térmico de los usuarios. Como se observa en la tabla siguiente, el 44% de las edificaciones presentan un consumo estimado en climatización inferior al 20%, lo cual es conservador como % de consumo en vista de lo indicado en la Tabla 3.18 donde las auditorías entregaron un promedio de consumo de 63% en este ítem.

Tabla 3.19 Distribución información de climatización

N° edificaciones	%	División
28	44%	bajo 20%
20	32%	Entre 20% y 70%
4	6%	Entre 70% y 100%
11	17%	Sobre 100% (inconsistencia numerica)

³ Manual CES Chile <https://www.certificacionsustentable.cl/documentos/>, o Ashare

⁴ Guía de ahorro y eficiencia energética en oficinas y despachos <https://www.fenercom.com/wp-content/uploads/2017/04/Guia-de-Ahorro-y-Eficiencia-Energetica-en-Oficinas-y-Despachos-fenercom-2017.pdf>
Determinación de indicadores de comportamiento energético para edificaciones del sector público en zonas bioclimáticas cálidas y de la ciudad de Lima

El escenario en iluminación es similar, ya que solo el 33% presenta información de levantamiento de luminarias que resulta coherente

Tabla 3.20 Distribución información de Iluminación

N° edificaciones	%	División
3	17%	bajo 7W/m2
6	33%	Entre 7 y 25W/m2
9	50%	Sobre 25W/m2

En el caso de equipos eléctricos, no se cuenta con información de los principales consumidores de energía en edificaciones de uso Oficina.

Frente a este dilema de información que resulta de baja utilidad para estos análisis, se recomienda complementar las fichas de solicitud de información con algunas verificaciones simples que permitan al usuario que ingresa la información tener una noción de si lo ingresado va en el camino correcto.

Este primer filtro permitiría contar con información de calidad para estos análisis como primer paso. Posterior a esto se podrá ahondar en análisis de la información revisando si es eficiente o no, sin embargo, se considera de mayor relevancia partir con poder utilizar los datos.

Como ejemplos de lo anterior se recomienda realizar las siguientes verificaciones:

- Climatización:** Tal como indicamos en las fichas que se complementaron, es relevante conocer si la potencia indicada corresponde a la capacidad de generar calor o absorber calor conocidos como kW_{calor} / kW_{frio} o también indicados como BTU y los $kW_{electricos}$ que corresponden a la energía consumida para generar dicho calor o frio al interior del recinto. Su relación estática es conocida como la eficiencia del artefacto. Identificado este primer paso, y teniendo claridad de que es lo que el usuario está ingresando, una verificación simple corresponde a conocer la potencia instalada en por m^2 climatizado. Es decir, la potencia instalada se divide en la superficie climatizada y se obtiene una verificación. Para el caso de potencias instaladas los kW_{frio}/m^2 debiesen rondar los 300 [W/m^2]. Este número se obtuvo como promedio de las modelaciones realizadas en este estudio.
- Iluminación:** En el caso de la iluminación, la verificación es más simple ya que como se mencionó anteriormente las potencias debiesen fluctuar entre entre 7 [W/m^2] a 25 [W/m^2], por lo que conociendo los datos ya solicitados en las encuestas que son cantidad u [W] de las luminarias, basta sumarlas y dividir por el área total de la edificación.
- Equipos eléctricos:** Al igual que en iluminación, las tablas de referencia tanto de Ashrae como se CES señalan potencias por m^2 recomendadas para equipos de trabajo de oficina o potencias por equipo, por lo que, conociendo los usuarios, o la superficie total se puede obtener los [W/m^2] los cuales debiesen rondar los 15 [W/m^2]. Cabe señalar que, en el caso de las encuestas, estas no indican estos artefactos (computadores, impresoras) por lo que se recomienda agregar a las encuestas.

Finalmente, el hecho de contar con encuestas en Excel es una excelente plataforma de ingreso de datos, sin embargo, dicha información debe ser revisada y analizada, por lo que se recomienda evaluar la alternativa de contar con plataformas online de ingreso de datos, de tal

manera que permitan el análisis de manera instantánea. Plataforma que también puede contar con videos instructivos de como es el llenado, acotando aún más el potencial error en el llenado de datos.

3.3 Propuesta de Caracterización de tipologías para Línea Base

En vista que se cuenta con un número muy limitado de representaciones, concentradas principalmente en edificios en Lima y de altura, es que el equipo consultor propone los siguientes criterios que definen las tipologías representativas que permitan construir la línea base energética de los edificios.

3.3.1 Tipología representativa para las distintas zonas bioclimáticas

A partir de lo identificado en el levantamiento de los edificios presentado en el capítulo anterior, el presente equipo consultor propone construir la línea Base con los siguientes tipos de edificios por zonas climáticas,

Tabla 3.21: Criterios básicos propuestos para caracterización de edificios para construcción de línea base.

Tipologías de	Pisos	Materialidad	Materialidad	Zona Bioclimática	Zona Bioclimática	Zona Bioclimática
edificio según altura		Muros	cubierta y pisos	Desértico o Costero	Desértico	Tropical Húmedo
Pequeño	Hasta 2 pisos	Ladrillo	Concreto armado		X	X
mediano	Hasta 4 pisos	Concreto armado/ladrillo	Concreto armado	X	X	X
Alto	Desde 5 pisos	Concreto armado	Concreto armado	X		

3.3.2 Parámetros de arquitectura

3.3.2.1 *Envolvente translúcida - Porcentaje de ventanas*

El porcentaje de ventanas es la proporción que existe entre superficie de ventanas con respecto a la superficie total exterior. Este porcentaje se evaluó con los siguientes tres escenarios 20%, 40% y 60% para los recintos modelados.

Tabla 3.22 Propiedades áreas traslucidas

Nombre	U Vidrio	FS Vidrio	Tipo	Tipo	U Marco	FM
Elemento	[W/m ² K]	[]	Cierre	Marco	[W/m ² K]	[%]
Ventana Perú	5,80	0,87	Abatir	PVC Sin RPT	2,80	0,75

3.3.2.2 *Envolvente opaca*

A continuación, se presentan las propiedades de los materiales opacos de la envolvente que se propone utilizar para la construcción de la línea Base a partir de la información levantada en los edificios existentes. Las propiedades de estos materiales corresponden a las presentadas en

la norma EM 110. En el caso de los muros, se consideran dos tipos: en Concreto armado y ladrillo, ambos sin aislación.

Tabla 3.23 Propiedades térmicas de materialidad de muros

Nombre	Conductividad	Calor específico	densidad
Material	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m3]
Hormigón Armado	1,6	920,0	2.400,0
Albañilería King Kong	0,5	930,0	1.000,0

Fuente: Norma EM110 - Anexo 3 “Lista de características higrométricas de los materiales de construcción”

Con respecto a las transmitancias térmicas de la envolvente la norma EM 110, 2022 establece los siguientes valores por zona climática:

Tabla 5.1 Transmitancias térmicas de envolvente según norma EM110-2022

Zona Bioclimática	Transmitancia Térmica Máxima [W/m ² °C]		
	Piso	Muro	Techo
1 Cálido Tropical	No aplica	2,7	0,8
2 Litoral Subtropical	No aplica	4,5	3,3
3 Desértico	No aplica	2,7	3,3

Por lo tanto, para la construcción de la línea Base, se utilizaron las siguientes transmitancias que son las más cercanas posible a los establecido a la EM 110:

Tabla 3.24 Transmitancias utilizadas para superficies opacas

Zona Bioclimática	Transmitancia Térmica Máxima [W/m ² °C]		
	Piso	Muro	Techo
1 Cálido Tropical		2,1	0,8
2 Litoral Subtropical	3,59	4,2	3,3
3 Desértico		2,1	3,3

Cabe destacar que las leves diferencias en la transmitancia térmica de muros con su límite máximo es producto del diseño de soluciones constructivas coherentes con la realidad constructiva y que al mismo tiempo permitan obtener resultados fiables.

3.3.2.3 Resumen de parámetros de arquitectura considerados para la construcción de la línea base

En vista de aquello se optó por un levantamiento de información para determinar características propias del parque de edificaciones de cada ciudad. De esto se desprenden las siguientes condiciones impuestas:

Tabla 3.25 Resumen de las tipologías arquitectónicas representativos de edificación Pública por Clima

Ciudad	Altura edificación	Materialidad envolvente	Piso cubierta y % de Ventanas
Lima	Gran y mediana altura	Concreto Armado	Concreto Armado 60
Piura	Mediana y baja altura	Ladrillo	Concreto Armado 40
Iquitos	Mediana y baja altura	Ladrillo	Concreto Armado 40-20

3.3.2.4 Caracterización arquitectónica de recintos

Por otra parte, analizando las planimetrías de los edificios, se identificaron diferentes tipologías de recintos, según tamaño y según tipo de actividad.

Con respecto a las superficies se identificaron tres tipos: pequeños, medianos y planta libre para superficies de hasta 10m², 20m² y sobre 20m² respectivamente. Además, a partir de la información levantada, para la categoría de planta libre se definieron dos valores de superficie promedio, 60 m² y 480 m². Esto con el objetivo de mejorar la precisión de los datos obtenidos, ya que existía una diferencia importante entre el mínimo y el máximo de la serie de datos tabulados

Tabla 3.26: tipologías de recintos por tamaño o superficie

Tipo de Recinto	Superficie [m ²]
Pequeño	10m ²
Mediano	20m ²
Planta Libre	60 m ²
Planta Libre	480 m ²

Con respecto al tipo de actividad se levantó la existencia de los diferentes tipos de recintos en los edificios de uso público:

Tabla 3.27: áreas típicas del sector gubernamental

Tipo, designación	Usos equivalentes
Vestíbulos	Recepción, Mesa Partes
Salas de espera	
Atención a público	
Corredores	Pasillos
Áreas administrativas	oficinas
Salas de reuniones	Directorio
Salas de edición (audio, video)	
Estudios de grabación	
Auditorios	Salas de conferencias, Salón de actos
Biblioteca	Archivos
Salas de usos múltiples	

Tipo, designación	Usos equivalentes
Comedor	Cafetería
Cocina	Kitchenette
Servicios higiénicos	Baños
Tópico	Primeros auxilios
Vestuarios	Guardarropa
Almacenes	De materiales de artículos de limpieza
Sala de máquinas	Taller, mantenimiento, carpintería
Sala de servidores	Data Center, UPS
Servicios de Impresión	Imprenta
Guardería Infantil	

Fuente: Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético, Dirección General de Eficiencia Energética, Perú.

A partir de la información levantada sobre las tipologías de recintos más representativos de los edificios de uso público de Perú se decide trabajar tres tipos de recintos más representativos que son: oficinas, Salas de Reuniones y recintos no climatizados.

3.3.2.5 Definición de distribución porcentual de recintos

La metodología para el cálculo de la conformación porcentual de plantas según categoría de recintos comenzó por el análisis de las planimetrías recibidas, clasificando cada uno de sus recintos en el plano. A continuación, se presenta una planta tipo luego de este análisis:



Figura 3.3 Ejemplo análisis de distribución áreas de recintos en planta

Luego se realizó un levantamiento de las superficies de recintos según su clasificación y según recintos climatizados v/s los no climatizados y que se muestra a continuación:

Tabla 3.28 Registro de tipologías de recintos en diferentes tipos plantas de arquitectura

N°	Ministerio/Institución	m2 Recintos Climatizados				m2 Clim	m2 No Clim	m2 Total
		Pequeño <10m2	Mediano <20m2	Planta Libre 60 m2	Planta Libre 480 m2			
1	MINCETUR	72	75	98	277	521	291	812
2	MINAM	8	11	109	-	128	53	181
3	MTPE	128	31	7.870	715	8.744	1.067	9.811
4	PRODUCE	37	107	85	316	545	233	777
5	VIVIENDA	17	107	277	856	1.257	447	1.704
6	MINEM	42	176	923	266	1.407	372	1.779
7	Ejemplo Chile 1	9	20	309	-	338	87	425
8	Ejemplo Chile 2	18	110	147	-	274	175	449

A partir de esta información se realizó el cálculo de los porcentajes de participación de cada recinto climatizado en la planta, lo que se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 3.29: Porcentaje de participación de categorías de recintos climatizados y no climatizados por tipo de entidad levantada.

N°	Ministerio/Institución	% Recintos Climatizados				% No Clim
		Pequeño <10m2	Mediano <20m2	Planta Libre 60 m2	Planta Libre 480 m2	
1	MINCETUR	14%	14%	19%	53%	36%
2	MINAM	6%	9%	85%	0%	29%
3	MTPE	1%	0%	90%	8%	11%
4	PRODUCE	7%	20%	16%	58%	30%
5	VIVIENDA	1%	9%	22%	68%	26%
6	MINEM	3%	13%	66%	19%	21%
7	Ejemplo Chile 1	3%	6%	91%	0%	20%
8	Ejemplo Chile 2	7%	40%	54%	0%	39%
	Promedio de participación de las categorías de recintos	5%	14%	55%	26%	27%

Cabe destacar que debido a la falta de planimetría de edificios de baja altura se decidió incluir dos edificaciones públicas de Chile de proyectos evaluados por la oficina E3 y que consideraban condiciones similares a las observadas en Perú.

Se puede observar en la tabla anterior que los recintos no climatizados promedian el 27% de la representatividad en las diferentes tipologías de distribución de plantas de edificios de uso público. Y que entre los recintos con mayor representatividad están las plantas libres de 60 m² y con menor representatividad los recintos con menos de 10 m².

En consideración a la distribución en tamaños de recintos levantado de los planos y considerando los promedios de áreas en planta, se construyó la siguiente distribución de recintos para construir tres tipos de plantas representativas para cada tipología de edificio.

Tabla 3.30 Distribución por superficies representativas

Gran Altura			Mediana Altura			Baja Altura		
Tipo Recinto	Promedio	m ²	Tipo Recinto	Promedio	m ²	Tipo Recinto	Promedio	m ²
Pequeño <10m ²	6%	38	Pequeño	5%	10	Pequeño	5%	8
Mediano <20m ²	11%	68	Mediano	11%	23	Mediano	23%	40
Planta Libre 60 m	37%	233	Planta Libre 60 m	76%	168	Planta Libre 60 m	73%	127
Planta Libre 480 m	47%	298	Planta Libre 480 m	10%	21	Planta Libre 480 m	0%	-
Área climatizada	75%	638	Área climatizada	74%	223	Área climatizada	70%	176
Área No climatizada	25%	213	Área No climatizada	26%	77	Área No climatizada	30%	74
Área Total	100%	850	área Total	100%	300	área Total	100%	250

3.3.2.6 Relación Perímetro vs Área

Este parámetro busca incluir en la modelación el impacto de la geometría del recinto en su comportamiento energético, incluyendo tanto a los recintos con forma cuadrada o rectangular, así como también a los recintos con geometrías que poseen mayor número de recovecos.

A continuación, se presenta un ejemplo de cómo varía la relación perímetro vs área para tres recintos con geometrías distintas, pero con la misma superficie.

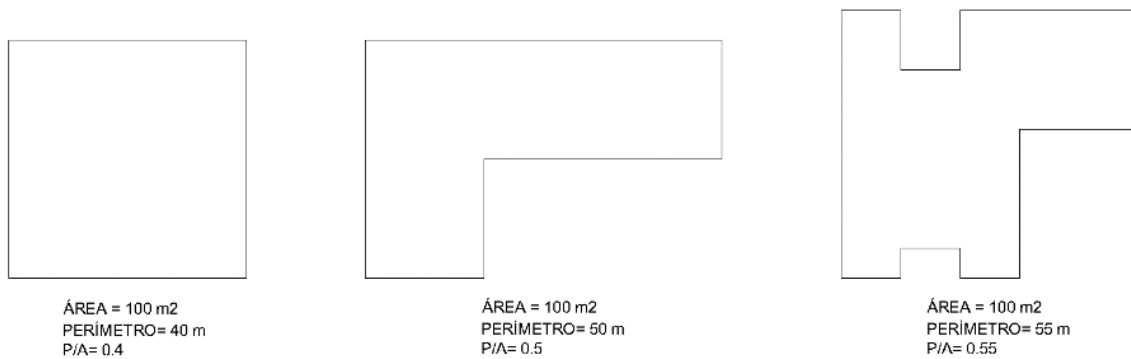


Figura 3.4: Geometrías evaluadas en relación perímetro/área

Para los recintos modelados se utilizaron diferentes relaciones P/A según su superficie, los cuales se resumen a continuación:

Tabla 3.31 Resultados variabilidad relación de P/A según superficie de recinto

Tipo de Recinto	P/A
Pequeño	1,26 - 1,52
Mediano	0,89 - 1,07
PL 60m ²	0,52 - 0,62
PL 480m ²	0,18 - 0,22

3.3.2.7 Porcentaje de perímetro exterior

Este porcentaje indica la proporción que existe entre la fracción exterior del perímetro y el perímetro total de recinto o también denominado factor de adosamiento. Los valores seleccionados para la modelación son 25% y 50% de perímetro exterior.

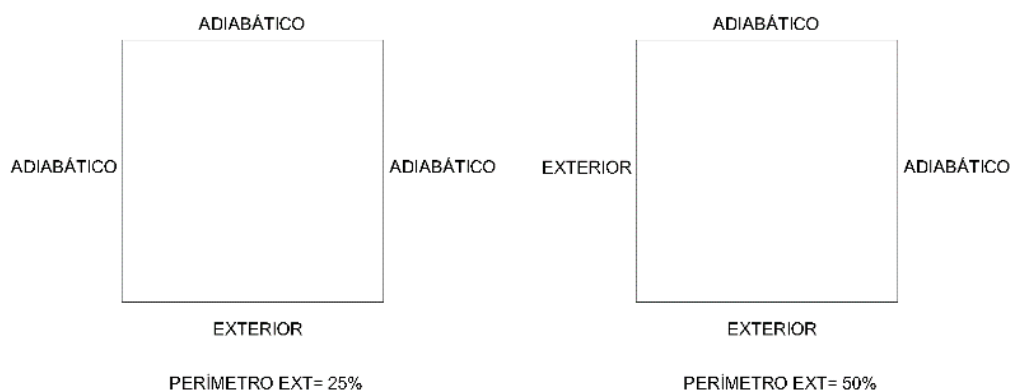


Figura 3.5: Esquemas de casos con diferentes porcentajes de envolvente con contacto al exterior evaluados

3.3.2.8 Nivel de piso

El nivel de piso indica la ubicación en altura que ocupa el recinto. Para el presente análisis se consideraron tres categorías de nivel de piso, primer piso, piso intermedio y último piso. La justificación de esta categorización radica en que estos tres niveles de piso presentan variaciones en el tipo de transferencia de calor que experimentan sus elementos de piso y cubierta.

Tabla 3.32 Tipo de transferencia de calor según nivel de piso

Piso	Elemento	Tipo de Transferencia
Primer Piso	Piso	Exterior
	Cubierta	Adiabático
Piso Intermedio	Piso	Adiabático
	Cubierta	Adiabático
Último Piso	Piso	Adiabático
	Cubierta	Exterior

3.3.3 Parámetros de perfiles de ocupación

Por otra parte, para la variación de perfiles de uso se optó por definir dos categorías principales, oficina y sala de reuniones. Estos dos perfiles, según el levantamiento de información y el análisis de las plantas de arquitecturas, corresponden a las tipologías de recintos que abarcan la totalidad de los recintos climatizados en edificaciones públicas. A continuación, se presentan sus condiciones particulares de uso:

Tabla 3.33: Características de perfil de uso de recintos climatizados

Perfil de Ocupación							
Recinto	Caudal	Infiltraciones	Iluminación	Usuarios	Equipos	% Ocupación*	Horario
	Salubridad [L/s]	[1/h]	[W/m ²]	[m ² /pers]	[W/m ²]		ocupación [hrs]
Oficina	9	1	18	10	15	100	08:00 - 18:00
Sala de Reuniones	9	1	14	1	15	30	08:00 - 18:00

* Representa las horas de ocupación del recinto con respecto al total de horas de la jornada laboral

3.3.4 Rangos de confort

Para la modelación de todas las combinatorias se definió un rango de confort adaptativo basado en la metodología de Dear and Brager (1998) la cual establece temperaturas mínimas y máximas de confort térmico que varían según la temperatura media mensual exterior. Una vez que estas

temperaturas límites son superadas el sistema de climatización se enciende hasta devolver la temperatura interior dentro de la banda de confort.

$$\text{Temperatura normal (método de Dear and Brager)} \quad T_n = 22.6 + 0.04T_m$$

$$\text{Temperatura máxima rango de confort} \quad TR_{max} = T_n + 2.5$$

$$\text{Temperatura mínima rango de confort} \quad TR_{min} = T_n - 2.5$$

Donde

T_m : Temperatura media mensual

T_n Temperatura media rango propuesto por Szokolay

TR_{max} : Temperatura máxima banda de confort adaptativo

TR_{min} : Temperatura mínima banda de confort adaptativo

A continuación, se presentan para las tres ciudades seleccionadas, los perfiles de temperatura exterior promedio del mes de febrero con banda de confort térmico en achurado de color amarillo:

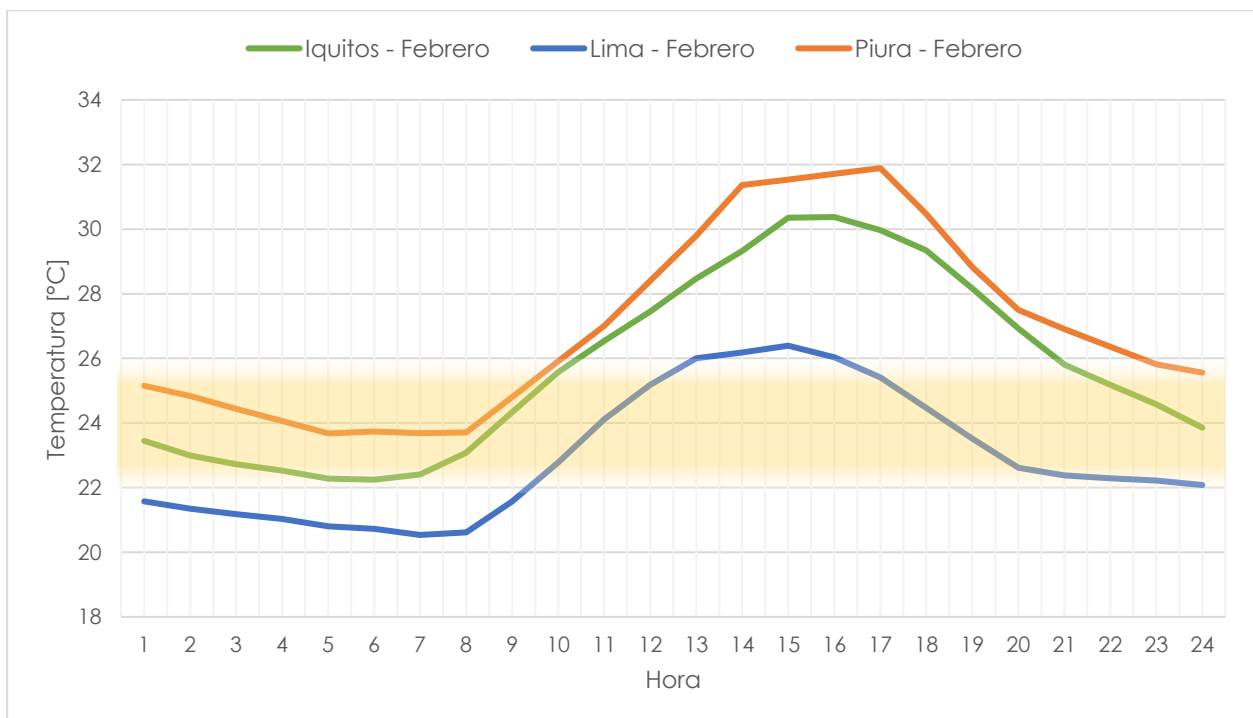


Figura 3.6 Rango de confort adaptativo para las 3 ciudades y su temperatura exterior, mes febrero

Estos perfiles de T° nos permiten tener un primer análisis de que la necesidad de refrigeración será alta en las 3 ciudades. Aunque en Lima el rango de T° se encuentra cerca del rango de confort, hay que entender que a diferencia de calefacción, un análisis de grados día se ve

enormemente distorsionado por la radiación solar, sobre todo en edificaciones con grandes superficies vidriadas.

3.3.5 Resumen condiciones de borde consideradas

A continuación, se presenta el resumen de las condiciones de borde para la modelación según zona bioclimática.

Tabla 3.34 Resumen de condiciones de borde

Resumen de condiciones de borde			
Condición borde	Lima	Iquitos	Piura
1. Distribución en Planta			
Altura edificación	Gran altura	Mediana Altura	Mediana Altura
Pequeño <10m2	6%	5%	5%
Mediano <20m2	11%	11%	11%
Planta Libre 60 m	37%	76%	76%
Planta Libre 480 m	47%	10%	10%
Área climatizada	75%	74%	74%
Área No climatizada	25%	26%	26%
Altura edificación	Mediana Altura	Pequeña Altura	Pequeña Altura
Pequeño	5%	5%	5%
Mediano	11%	23%	23%
Planta Libre 60 m	76%	73%	73%
Planta Libre 480 m	10%	0%	0%
Área climatizada	74%	70%	70%
Área No climatizada	26%	30%	30%
2. Materialidad Envolvente			
Muros	Concreto Armado	Ladrillo	Ladrillo
Piso y Cubierta	Concreto Armado	Concreto Armado	Concreto Armado
% de Ventanas	60	40	40-20
3. Perfil de Ocupación			
Infiltraciones [1/h]	1	1	1
Iluminación [W/m2]	18	18	18
Usuarios [m2/pers]	10	10	10
Equipos [W/m2]	15	15	15

Horario ocupación [hrs]	08:00 - 18:00	08:00 - 18:00	08:00 - 18:00
--------------------------------	---------------	---------------	---------------

3.3.6 Combinación matemática para análisis de resultados

Con el objetivo de abarcar la mayor cantidad de tipologías representativas de recintos, se diseñaron y modelaron distintas combinatorias, en las cuales se modificaron los parámetros arquitectónicos de envolvente, así como también parámetros relacionados con el uso del recinto.

Como resultado se obtuvieron 6.912 recintos diferentes, en donde los parámetros que se incluyeron en las combinatorias fueron los siguientes:

Tabla 3.35: Resumen de variables utilizadas para modelación de línea base

Arquitectura/Envolvente		
Parámetro	Valores	N° de Variables
Porcentaje de Ventanas	20% - 40% - 60%	3
Materialidad Envolvente	Concreto Armado - Ladrillo	2
Superficie Recinto	< 10m ² - < 20m ² - 60m ² - 480 m ²	4
Relación Perímetro vs Área	Según Tipo de Recinto	2
Porcentaje de Perímetro Exterior	25% - 50%	2
Nivel de piso	1° Piso - Piso int - Ult Piso	3
Ocupación		
Perfil de uso	Oficina - Sala de Reuniones	2
Zonas climáticas		
Desértico Costero		3
Desértico		
Tropical Húmedo		
Orientación		
Norte	$-22,5^{\circ} \leq Az < 0^{\circ}$	4
Este	$67,5^{\circ} \leq Az < 90^{\circ}$	
Sur	$157,5^{\circ} \leq Az < 180^{\circ}$	
Oeste	$-112,5^{\circ} \leq Az < -90^{\circ}$	
	Total	6.912

En cuanto a los parámetros relacionados con la arquitectura de recintos se definieron aspectos que poseen impacto directo en el comportamiento energético del edificio.

3.4 Resultados

3.4.1 Análisis de sensibilidad de resultados.

Para comenzar con el análisis de variabilidad de los resultados es importante tener presente que el objetivo tras la modelación de 6.912 casos es intentar representar de la mejor forma posible todos y cada uno de los edificios públicos existentes. Para esto, se incluyeron todos

aquellos parámetros que impactan directamente en el comportamiento energético de la edificación, tal como se explicó en el capítulo 3.3 del presente documento.

Una vez definidas estas condiciones que pasan a ser parámetros fijos es posible obtener una variabilidad de resultados más cercana a la realidad y que representa de mejor forma el comportamiento energético de una edificación promedio independiente de sus parámetros variables.

A continuación, se presenta un ejemplo de la variabilidad de resultados para un recinto de 10 m² con un perfil de ocupación correspondiente a oficina de Hormigón armado y ubicado en Lima. Los 6 resultados presentes muestran la variación en demanda para recintos con 1 cara hacia el exterior (PE25%), 2 caras hacia el exterior (PE50%) combinados con superficies vidriadas de 20%, 40% y 60%

Se observa la gran variabilidad de resultados de 8 combinaciones mostradas en cada barra, las cuales incluyen las 4 orientaciones y 2 relaciones de aspecto del recinto (perímetro versus área).

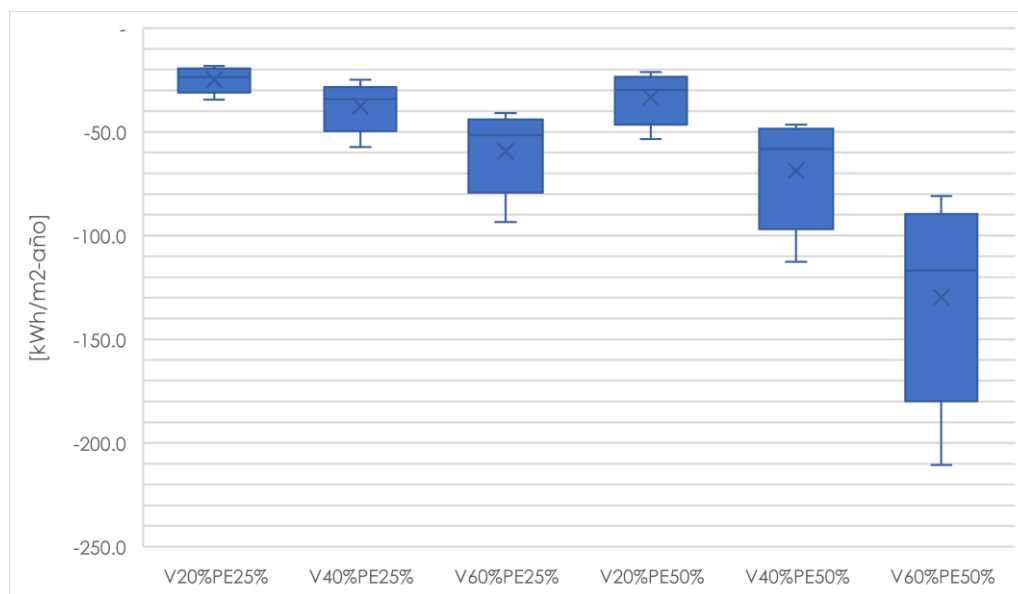


Figura 3.7 variabilidad de resultados

3.4.2 Demanda y consumo línea de referencia de climatización

En base a las 6.912 modelaciones realizadas y considerando la confección de la planta y niveles representativos se construye la siguiente tabla resumen como línea de referencia, la cual considera dos tipos de edificios por zona climática y a su vez se presentan dos tipos de indicadores: Demanda y Consumo teórico en climatización tanto para zonas climatizadas como para el total del edificio.

Tabla 3.36 Resultados de Demanda y Consumo mensual

Ciudad	Zona	Categoría de edificio	Demanda		Consumo	
			Área climatizada [kWh/m ² -mes]	Área total [kWh/m ² -mes]	Área climatizada [kWh/m ² -mes]	Área total [kWh/m ² -mes]
Lima	1	Gran Altura	6,3	4,7	2,3	1,7
		Mediana Altura	5,3	3,9	1,9	1,4
Piura	2	Mediana Altura	15,2	11,3	5,4	4,0
		Baja Altura	14,4	10,1	5,2	3,6
Iquitos	9	Mediana Altura	25,0	18,6	8,9	6,6
		Baja Altura	25,0	17,6	8,9	6,3

En la siguiente tabla se presentan valores promedio de consumo teórico de energía para climatización para las tres zonas climáticas y su comparación con los valores establecidos en el CTCS.

Tabla 3.37 Resultados consumos y comparativa con CTCS

Ciudad	Zona bioclimática	Consumo		Consumo
		Área climatizada [kWh/m ² -mes]	Área total [kWh/m ² -mes]	CTCS [kWh/m ² -mes]
Lima	1	2,07	1,54	3,58
Piura	2	5,30	3,83	4,73
Iquitos	9	8,93	6,46	5,70

Se observa que en las zonas climáticas 1 y 9 los valores construidos presentan diferencias significativas con respecto al consumo observado en el CTCS. Esto se debe principalmente que no se tuvo acceso a las condiciones de borde que se establecieron en las modelaciones o cálculos térmicos del CTCS y es relevante destacar que estas condiciones pueden diferir de las plasmadas en esta asesoría.

3.5 Elaboración de fichas de recopilación de información

Tal como se señaló en el numeral sobre “Solicitud de información 2022” el equipo consultor desarrolló una encuesta o ficha, cuyo fin es levantar o reportar información sobre los consumos de energía en edificios públicos y que permita la caracterización energética arquitectónica y energética de los mismos. La información solicitada en la ficha es la siguiente:

1. Identificación
2. Ubicación
3. Personal de contacto
4. Perfil de ocupación
5. Caracterización arquitectónica
6. Planimetría
7. Cantidad de usuarios y consumos energéticos mensuales
8. Equipos de climatización
9. Equipos de iluminación

El detalle sobre el contenido de la encuesta o ficha está en el Anexo N° 3 del presente documento.

Es importante destacar que para poder construir una línea base de consumos de energía relacionados a climatización de edificios existentes, es muy importante contar con la información de consumos de energía, de arquitectura y de perfiles de ocupación del edificio y que la inexistencia de parte de esta información no permitirá tener la información suficiente para este fin.

Estas fichas corresponden a mecanismos de reporte de edificios existentes y no para edificación nueva, lo cual se explica en el capítulo siguiente.

3.6 Diferencia entre mecanismos de reporte energético para edificación existente versus edificación nueva.

El encargo establecido en los Términos de Referencia de la presente consultoría indicaba desarrollar una propuesta de mecanismo para que las edificaciones públicas puedan calcular y reportar su consumo energético en edificaciones nuevas. En ese contexto es fundamental aclarar que los mecanismos de reporte de edificación nueva son diferentes a los mecanismos de reporte de edificación existente y que de ambos mecanismos se obtienen resultados cuantitativos diferentes.

Sin perjuicio de que a continuación se describirá la propuesta de mecanismo para edificación nueva, se estima necesario hacer una pequeña reseña sobre mecanismos para edificación existente.

3.6.1 Mecanismo para reportar consumos de energía de edificios existentes

Los mecanismos de reporte de consumo de energía para edificios existentes corresponden a las auditorías energéticas que actualmente cuentan con un robusto marco regulatorio definido por MINEM, que se detalla en el numeral 3.1.1.2 del presente informe y que está constituido por los siguientes cuatro instrumentos:

- Ley N° 27.345 de Promoción del Uso Eficiente de la Energía, año 2000.
- D.S. N° 053-2007-EM, Aprueban Reglamento de la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía.
- Resolución Ministerial 186-2016-MEM/EM
- Decreto Supremo N° 011-2021-EM

A continuación, se presenta un diagrama que explica cómo opera en la actualidad el sistema de auditorías propuesta por MINEM y se incorpora una propuesta de procedimiento posterior al de auditoría para permitir el acceso a información en forma ordenada sobre consumos de energía de edificios existentes de servicios públicos.

La propuesta consiste en disponibilizar una plataforma digital u online en donde los auditores ingresen las encuestas que ya cuenta la DGEE, de manera de construir una base de datos que esté ordenada y que permita realizar una óptima gestión y análisis de la información.

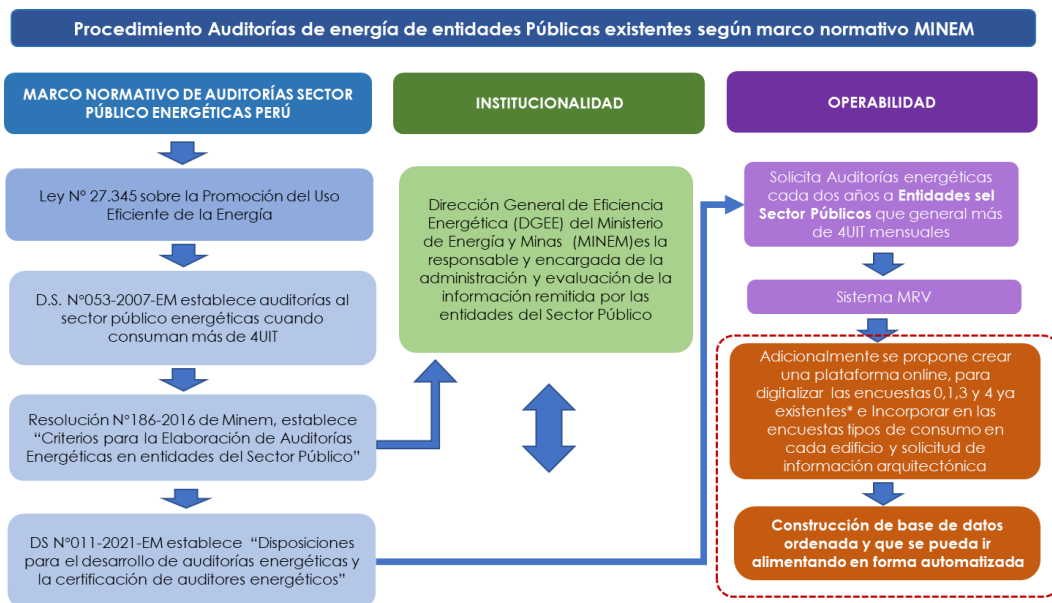


Figura 3.8: Mecanismo de operación de las auditorías o diagnósticos energéticos de servicios públicos

Adicionalmente, este equipo consultor diseño una ficha para diagnóstico de consumo energético, que recoge información exclusiva para estos fines, la cual se encuentra disponible y detallada en el Anexo 3 del presente informe.

3.7 Propuesta de mecanismo para que las edificaciones públicas puedan calcular y reportar su consumo energético en edificaciones nuevas.

Con el objeto de entregar una propuesta más clara, el presente capítulo está dividido en 5 partes, las cuales se desarrollan a continuación:

- 1) *Introducción*
- 2) *Contexto*
- 3) *Propuesta metodológica del mecanismo*
- 4) *Propuesta de Implementación del mecanismo*
- 5) *Partes del sistema*
- 6) *Contenido y comunicación de la información*

3.7.1 Introducción

La necesidad de calcular y reportar el consumo energético nace con la finalidad de contar con indicadores claros y simples que permitan cuantificar y gestionar el consumo de energía asociado a las edificaciones permitiendo definir políticas públicas que busquen reducir el consumo, los impactos ambientales y los costos involucrados. (Externalidades negativas)⁵.

Toma relevancia entonces, apuntar a los principales sectores consumidores de energía, dentro de los que se destaca el sector construcción dado que a nivel global es responsable de 36%⁶ del consumo de energía dentro del total de su ciclo de vida⁷, es decir desde la extracción de materiales hasta el fin de su vida útil, la etapa de uso consume del orden del 60% de la energía total, y dentro de la etapa de uso, las edificaciones de uso público concentran del orden del 40-50%⁸ de su consumo en climatización⁹.

Este documento busca proponer una metodología definida en 3 pasos para calcular y reportar el consumo energético en climatización de edificios nuevos de uso público aportando con información que permita definir políticas públicas y que generen beneficios a la comunidad junto con promover la reducción de las externalidades negativas.

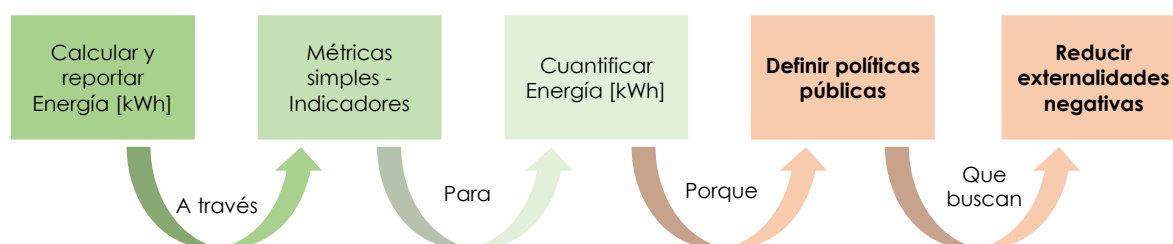


Figura 3.9 Pasos claves

⁵ Decisiones que afectan a terceros de manera negativa.

⁶ Report 2021, Global Alliance for Building and Construction.

⁷ Las principales etapas en el caso de edificación serían: Extracción – Construcción – Uso – Demolición - Reutilización

⁸ Analysis on Energy-Efficient HVAC System for Buildings. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-3132-0_21

⁹ Climatización se entiende a la energía necesaria para calefaccionar y/o refrigerar una edificación.

3.7.2 Contexto

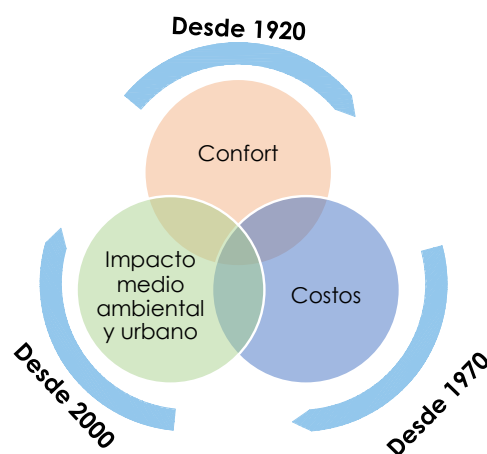
A nivel mundial la primera preocupación con respecto a la climatización nace con el objetivo de satisfacer condiciones mínimas de confort térmico¹⁰ para los usuarios de las edificaciones. Desde principios del siglo XX se comenzaron a diseñar manuales de buenas prácticas para lograr mejores condiciones de confort, que plasmaban la teoría y los ensayos de comportamiento térmico de la envolvente desarrollados en laboratorios¹¹.

La segunda preocupación a nivel mundial posterior a la crisis del petróleo de la década de los 70 radicó en el costo de los combustibles de climatización necesarios para satisfacer estas necesidades de confort. Frente a esto, los manuales de buenas prácticas incorporaron estas nuevas variables que definían los límites recomendables.¹²

Finalmente, entre la década de los 1990-2000 comienza la preocupación mundial sobre el impacto de las externalidades negativas sobre el medio ambiente, que genera la extracción de materiales o quema de combustibles fósiles, por lo que ya no bastaba con satisfacer las condiciones de confort a un bajo costo, si no que, había que reducir el impacto negativo a terceros, en este caso al medio ambiente y a los seres humanos. Frente a lo anterior, se redefinen nuevas condiciones de borde para satisfacer el cumplimiento de los 3 puntos; confort, costos y medio Ambiente.

Los distintos países en el paso del tiempo han ido recopilando y estandarizando las condiciones de borde definidas en los distintos manuales de buenas prácticas plasmando sus requerimientos mínimos en documentos oficiales o estándares.

Estas 3 preocupaciones definen hoy la necesidad de contar con mecanismos para calcular y reportar el consumo energético, con el objetivo de satisfacer las necesidades de confort térmico a un costo accesible, y reduciendo las externalidades negativas.



¹⁰ Confort térmico se entiende cuando las personas que habitan no sienten calor o frío.

¹¹ En los años 1920 se comienza con los primeros manuales de buenas prácticas los cuales pretendían definir condiciones mínimas recomendadas para satisfacer confort. Ejemplo de estos son los creados en EE.UU, ASH&VE; manual de buenas prácticas relacionado con ventilación y calefacción y ASRE; relacionado con refrigeración, de los cuales nace de su unión ASHRAE.

¹² Un ejemplo de condición de borde correspondería a que ya no solo bastaba con satisfacer confort a los usuarios dentro de los espacios habitados, sino que también había que realizarlo a bajo costo.

Figura 3.10 Evolución en el tiempo de los 3 pilares fundamentales en los países desarrollados.

3.7.2.1 Paso 1: estándares

Los estándares proponen condiciones mínimas/máximas (condiciones de borde) para limitar un comportamiento térmico en las edificaciones de manera prescriptiva¹³, lo que permite acotar, por ejemplo, condiciones por elemento de la envolvente. Esto permite contar con métricas cualitativas, sin embargo, no permiten cuantificar energía, ya que no entregan valores de demanda energética de la edificación.

Los estándares permitieron definir condiciones mínimas de construcción, sin embargo, no permitían a los Estados cuantificar y gestionar el impacto de las medidas, solución que llegó a fines del del siglo XX de la mano de las herramientas de cálculo que permiten cuantificar y, por ende, comparar resultados.

La necesidad de contar con estándares nacionales es fundamental, ya que permite definir condiciones mínimas de entrada para los cálculos, que se ajustan a la realidad local, y a su vez son la fuente de información utilizada por las herramientas que cuantifican el consumo energético ya que, sin condiciones mínimas estandarizadas y homologadas, los resultados de las distintas modelaciones serán diferentes y no son comparables, fundamental en la definición de políticas públicas

La adopción de los estándares internacionales disminuye el trabajo en la definición de las condiciones de borde, sin embargo, ajustes nacionales son requeridos para una correcta aplicación.

3.7.2.2 Paso 2: herramientas de cálculo

Con el avance de la tecnología, se desarrollaron herramientas de cálculo que permitían la interacción de las distintas condiciones prescriptivas definidas en los estándares, lo que permitía predecir un comportamiento y entonces, cuantificar la energía necesaria, con lo que se podía demostrar el cumplimiento de condiciones de los estándares. Las herramientas actualmente permiten ingresar a los modelos las particularidades de cada edificación entregando como resultado cuantificaciones energéticas objetivas de cada edificación. Estos análisis se conocen como análisis por desempeño o prestacionales.

Es importante recalcar la importancia de utilizar estándares nacionales ya que las condiciones de ocupación no son idénticas en las distintas zonas climáticas y culturales, es por esto por lo que no se recomienda utilizar directamente los estándares de países nórdicos (fríos) en países con climas cálidos, dado que, los primeros, han basado el desarrollo de sus estándares en los problemas de calefacción y formas diferentes de uso del espacio¹⁴.

¹³ Establecen pautas a seguir, por ejemplo, un espesor mínimo de aislación, o un porcentaje máximo de ventanas a colocar.

¹⁴ Como ejemplo de esto, son las tasas de ventilación necesarias para los usuarios de una edificación dependiendo de su uso. Utilizar un espacio como oficina o gimnasio requiere tasas distintas por cada usuario. A su vez, los manuales de EE.UU consideran oficinas con 20m² por persona, definiendo una tasa de ventilación por usuario de 8.5lts/s, sin embargo en países como Perú o Chile, las oficinas se diseñan con 10m² por usuario, lo que radica que al utilizar los manuales de EE.UU, nuestros usuarios solo cuentan con 5.5lts/s, lo que implica aire de peor calidad pero con el mismo manual.

3.7.2.3 Paso 3: Comparación

Con una correcta estandarización de los manuales y definición de condiciones de borde, los distintos países han ido generando estrategias que permiten comparar resultados¹⁵. Las 2 estrategias más utilizadas corresponden a la Comparación Autorreferente y la Comparación con línea Base de Referencia.

- *Comparación autorreferente*

La comparación autorreferente utiliza las herramientas de cálculo para comparar 2 edificaciones arquitectónicamente iguales, pero con diferencias en sus estándares térmicos. Por un lado, una con condiciones definidas en los estándares locales (espesores de aislación, porcentaje de acristalamiento, infiltraciones u otros), y la otra incluyendo los que se propongan para la edificación en particular.

La ventaja de la Comparación Autorreferente radica en que no se requiere conocer el comportamiento de otras edificaciones similares, y sólo la definición establecida en los estándares. Esto permite generar métricas de mejora en el corto plazo.

Como desventaja, esta metodología al ser una autocomparación no refleja correctamente la reducción en el consumo energético a nivel país, ya que una buena autocomparación no necesariamente implica un bajo consumo dado que se encuentra encasillado a una arquitectura particular.

- *Comparación línea Base de Referencia*

La metodología de comparación con una línea Base de Referencia utiliza las herramientas de cálculo que permiten comparar una edificación objeto contra un valor de referencia.

En la última década los países desarrollados han construido líneas de referencia a través de la evaluación de grandes volúmenes de edificaciones de similares características. Esta masificación de resultados se ha logrado a través de la obligatoriedad o a través de incentivos, permitiendo comparar resultados entre distintas edificaciones.

La ventaja de la comparación de Línea de Referencia radica en que al compararse contra el parque construido de similares características¹⁶ aumenta la precisión en la comparación energética y su futura gestión. A su vez, basándose en el principio de que las nuevas edificaciones cumplirán al menos el estándar mínimo prescriptivo, la comparación versus el parque construido tiende a la mejora continua ya que tanto la industria pública como la privada tienden a exigirse más que la media en pro de una mejor postventa.¹⁷, por lo que la línea de

¹⁵ Es importante recalcar que la comparación no siempre es necesaria, un ejemplo de esto son los vehículos, estos reportan su consumo de combustible, pero la comparación de si es eficiente o no, la realiza el usuario. En el caso de la edificación, el reporte es lo fundamental, pero los usuarios aún no cuentan con indicadores de si dicha información reporta algo eficiente o no, razón por la cual dicho análisis es facilitado con una comparación

¹⁶ Se puede por ejemplo comparar edificaciones de Educación, de 2 niveles para el clima de Lima, o Edificios de oficina en altura. Estas subcategorías permiten contar con indicadores comparativos mucho más precisos.

¹⁷ En el caso del Estado, en pro de la búsqueda constante en mejorar las condiciones mínimas, y en el caso del privado la competencia entre pares en búsqueda de mejores utilidades.

referencia mejora sin la necesidad de modificar los estándares o imponer condiciones de borde prescriptivas.¹⁸

La desventaja radica en la necesidad de contar con resultados de otras edificaciones, lo cual en los primeros años de puesta en marcha puede dificultar la comparación por falta de referencias.

3.7.3 Propuesta metodológica del mecanismo

A partir de lo anteriormente descrito y el encargo del presente estudio, se propone que la metodología para un mecanismo de cálculo y reporte esté basada en un **sistema de Etiquetado o Certificado Energético para edificios nuevos del sector público de Perú**. La propuesta para este mecanismo se describe en los diferentes numeral del capítulo 3.7 del presente documento.

3.7.3.1 Paso 1: estándares

En el marco de las atribuciones de MINEM según el D.S. N° 053-2007-EM, que establece que MINEM “Coordina con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento la incorporación de criterios de uso eficiente de la energía en el Reglamento Nacional de Edificaciones, de acuerdo con las zonas geográficas y climatológicas del país”. Se propone que MINEM se coordine con el MVCS para incorporar en la norma EM110 o el CTCS estándares o condiciones de borde que permitan realizar evaluaciones de desempeño energético de los edificios y que los resultados sean comparables. Para esto se recomienda considerar los siguientes estándares o condiciones de borde:

3.7.3.1.1 Condiciones de Borde para cálculo de Balance térmico de la edificación.

Estas condiciones de borde son las que permitirán realizar en primer lugar el cálculo de balance térmico de una edificación y que a su vez permite el cálculo de demanda energética de un edificio y corresponden a las que se presentan en la siguiente ecuación:

Ecuación 1: condiciones requeridas para cálculo de balance térmico de una edificación

$$\phi [W] = \sum \phi_{cargas\ internas} + \phi_{Ganancia\ Solar} \pm \phi_{Envolvente} \pm \phi_{Infiltraciones} \pm \phi_{Ventilación} \pm \phi_{temperaturas}$$

Y para el cálculo de consumo teórico se deberá multiplicar los resultados de este balance térmico por la eficiencia de los sistemas de climatización.

A continuación, se describen los criterios presentados en la ecuación precedente.

a. Cargas internas:

Las cargas internas a incorporar en los edificios de uso público se agruparán en 3 categorías: ocupación, equipos e iluminación.

¹⁸ La definición de mínimos a través de los manuales va mejorando en el tiempo, sin embargo, dichas modificaciones deben ser incorporados por el sector privado en la ejecución, lo cual implica mayores costos y generalmente presenta reticencia.

- **Carga ocupación de usuarios:** se determina en base a la cantidad de usuarios, su tasa metabólica y sus horarios de ocupación para cada tipología de uso de los recintos, se ingresará una potencia calórica debido a usuarios en $[W/m^2]$ como un vector de valores horarios según día laboral o festivo.
- **Carga ocupación iluminación:** se determina en base a la tipología de uso de los recintos y sus horarios de ocupación se definirán densidades de potencias $[W/m^2]$
- **Carga ocupación de equipos:** se determina en base a la tipología de uso de los recintos y sus horarios de ocupación se definirán potencias asociadas a equipos en $[W/m^2]$ como un vector de valores horarios según día laboral o festivo.

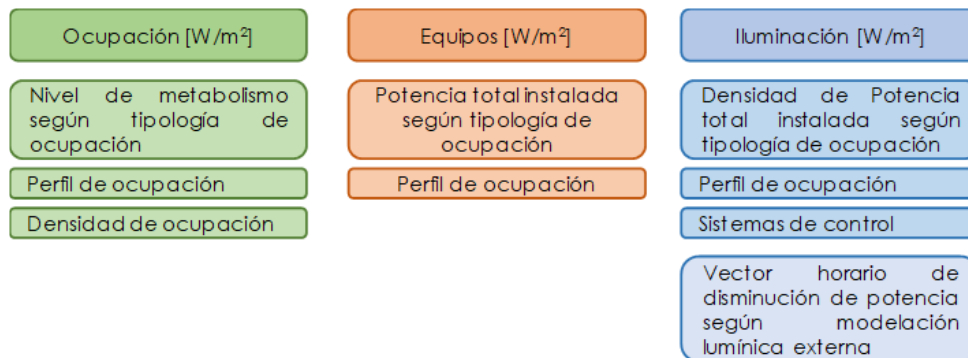


Figura 3.11: Explicación de cargas internas

b. Condiciones climáticas:

- **Temperatura exterior:** datos de temperatura horaria de las zonas climáticas que correspondan
- **Ganancia Solar:** La ganancia solar sobre un recinto se determina considerando la radiación solar incidente sobre cada uno de los elementos de su envolvente. Esta radiación incidente dependerá de la radiación global para la ubicación del recinto, de la orientación e inclinación de cada elemento de la superficie y de sus propiedades físicas (absortividad en el caso de materiales opacos y transmitancia para elementos traslucidos).
- **Humedad relativa:** corresponde al comportamiento de humedad del ambiente, el cual se expresa en con un indicador porcentual.
- **Viento:** Corresponde a la información sobre el comportamiento del viento en las diferentes zonas climáticas, en particular velocidad y dirección.

c. Envolvente:

Las condiciones de borde para la envolvente de un edificio que deberá establecer un estándar para un mecanismo de cálculo energética son específicamente las propiedades térmicas mínimas o máximas de cada uno de los elementos de la envolvente, tal como transmitancia e inercia térmica. Para poder calcular este factor, es necesario contar con un listado de materiales que cuenten con información de otras propiedades como conductividad, calor específico y densidad. Y para el caso de los elementos traslucidos se agrega el factor solar.

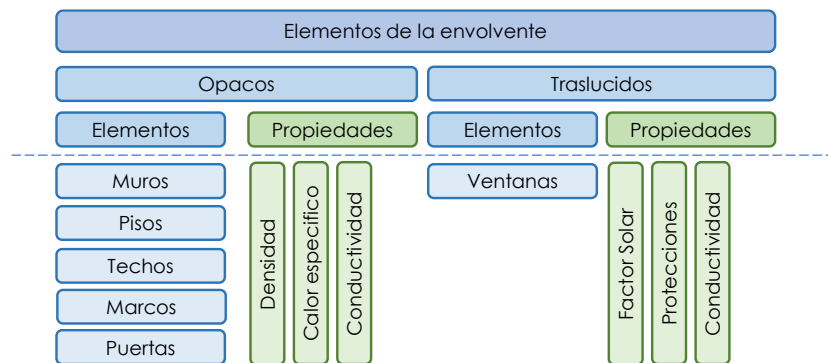


Figura 3.12: Definición de elementos de la envolvente y sus propiedades

d. Ventilación e infiltraciones

Se deberán establecer de acuerdo con normas internacionales o ensayos nacionales las siguientes condiciones para ventilación e infiltraciones:

- Tasas renovación para ventilación natural.
- Tasas de renovación para ventilación mecánica o ventilación mixta.
- Tasas de infiltración

e. Climatización

En el caso que se desee calcular el consumo de energía, se deberán establecer coeficientes de desempeño estacional (SCOP en sus siglas en inglés) y el Factor de Eficiencia Energética Estacional (SEER en sus siglas en inglés) de los equipos de climatización.

3.7.3.2 Paso 2: herramientas de cálculo

Para la implementación de un sistema de etiquetado energético para edificios es fundamental contar con herramientas de cálculo de desempeño energético. A nivel mundial, la mayoría de los países¹⁹ que han implementado sistemas de etiquetado energético, han optado por una herramienta de cálculo de desempeño energético únicas ya que permiten homologar, comparar y gestionar resultados de manera simplificada. Dichas herramientas incorporan las condiciones de borde definidas en los estándares locales y metodologías de cálculo normadas.

En lo referido a estándares, se propone en el Paso 1 “Estándares”, incorporar a la norma EM 110 o al CTCS más estándares o condiciones de borde, que permitan realizar una evaluación de desempeño energético de edificios en una herramienta de cálculo energético para la edificación con ciertas propiedades de carácter nacional.

En lo referido a metodologías de cálculo normadas, al igual que la mayoría de los países a nivel mundial, para Perú se recomienda desarrollar la herramienta de cálculo con metodologías validadas internacionalmente, como por ejemplo la establecida en la norma “ISO 52.016:2017 Rendimiento energético de los edificios. Necesidades energéticas para calefacción y refrigeración, temperaturas internas y cargas de calor sensible y latente. Parte 1:

¹⁹ Entre estos se encuentra Chile, Japón, España, Inglaterra entre otros.

Procedimientos de cálculo”, la cual viene a reemplazar a la norma “ISO 13790:2011, Eficiencia energética de los edificios. Cálculo del consumo de energía para calefacción y refrigeración de espacios. Normas con las que se han desarrollado gran parte de las herramientas de cálculo por desempeño energético para edificios y que permita evaluar desempeño en diferentes períodos de tiempo, de forma estandarizada. Se recomienda que la herramienta sea de fácil uso para diferentes usuarios y que incorpore las condiciones de borde, de acuerdo con lo establecido en el punto anterior, los cuales serán al menos:

- Superficies para distintos usos²⁰ (m² por usuario)
- Perfiles y cargas de ocupación (horarios)
- Tasas de infiltraciones
- Archivos climáticos
- Propiedades de materiales
- Temperaturas de confort

Atributos de la herramienta:

Motor de cálculo: Esta herramienta puede ser desarrollada en Excel, con motores de cálculo en visual Basic, Python u otros mecanismos que permitan ejecutar los cálculos en velocidades aceptables.

Interfaz con el usuario: Es importante que la interfaz gráfica con el usuario sea amigable y en ese sentido se puede usar Excel que es un programa masivo, es decir que cualquier persona podrá operar o disponibilizar en plataformas online.

De propiedad del estado: Otra característica importante de la herramienta es que al ser “única” sea de propiedad del estado, lo que le permitirá realizar actualizaciones sin depender de algún proveedor específico.

Reporte: Finalmente, la herramienta deberá permitir realizar comparaciones entre dos o más edificios y deberá ser capaz de emitir un reporte con los principales indicadores de desempeño térmico y energético. Este reporte podrá ser emitido en Excel, el cual deberá ser entregado en formato PDF o impreso.

3.7.3.3 Paso 3: Método de comparación Comparación

Tal como se mencionó anteriormente existen dos metodologías de comparación para sistemas de etiquetado o certificación energética. En consideración que el CTCS ya definió la metodología de comparación denominada *Línea base de Referencia*, estableciendo valores de referencia a partir de un estudio masivo de casos. Se propone que el sistema de etiquetado energético para edificación pública considere como línea de referencia lo ya establecido por el CTCS y compare los resultados de las evaluaciones en base a esta línea de referencia.

Una ventaja de la metodología de Línea de Referencia es que permite la mejora continua bajo dos perspectivas:

- Si mejora el estándar de referencia establecido por el estado esta línea de referencia se puede desplazar sin problemas.

²⁰ Ejemplos de usos corresponden a: Oficinas, Educación, Salud, Bibliotecas, Salas de Reuniones, Gimnasios entre otros
Determinación de indicadores de comportamiento energético para edificaciones del sector público en zonas bioclimáticas cálidas y de la ciudad de Lima

- y se puede actualizar en la medida que se incrementa la cantidad de etiquetados de edificaciones.

Otra ventaja de esta metodología es que al realizar la comparación contra el parque construido aumenta su precisión ya que se incluye mayor diversidad arquitectónica y no sólo la autocomparación.

Se recomienda que la herramienta de cálculo tenga incorporado el procedimiento de comparación y verificación de cumplimiento del estándar establecido de manera que se presente en los resultados finales del cálculo por medio de la etiqueta, sello y el informe o reporte energético que son parte del sistema de etiquetado y que se describen a continuación.

3.7.4 Propuesta de implementación de un Mecanismo

En Julio del año 2023 entra en vigencia la obligatoriedad de utilizar el CTCS para proyectos de edificios públicos nuevos, sin embargo, se ha identificado, en conversaciones con el MVCS, que los municipios no tienen atribuciones de revisar el cumplimiento del CTCS por no estar establecida esta exigencia en el RNE.

En el marco de lo establecido por el DS 053-2007, con respecto a que mandata a MINEM a "Coordinarse con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento la incorporación de criterios de uso eficiente de la energía en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), de acuerdo con las zonas geográficas y climatológicas del país", se identifica una oportunidad de coordinación entre ambas instituciones, para promover una actualización de la RNE que incorpore el requerimiento de reporte de desempeño energético para proyectos nuevos a junto con la Licencia de Edificación por medio de un sistema de etiquetado energético de edificación.

El contar con la exigencia del etiquetado energético permitirá que los municipios si puedan revisar su cumplimiento y además, permitirá la creación de un sistema de reportabilidad para el etiquetado energético de los proyectos. El sistema de reportabilidad, tendrá como fin asegurar la verificación de cumplimiento, la construcción de una base de datos masiva nacional, facilitando una adecuada gestión de la información de esos datos.

Para que la operación del sistema de etiquetado funcione adecuadamente se requiere contar con un Marco o instrumentos regulatorios adecuados y una definición del sistema de etiquetado, para lo cual se realizan algunas propuestas a continuación:

3.7.4.1 *Instrumentos regulatorios:*

a. Reglamento Nacional de Edificación (RNE):

Se deberá incorporar en el RNE el requerimiento de reporte de demandas y consumos teóricos de las edificaciones al momento de solicitar licencias y recepciones finales de edificación. Se recomienda señalar que se deberá cumplir con un estándar de desempeño establecido en otro instrumento normativo como la EM110 o el CTCS.

Esto permitirá exigir que todos los proyectos nuevos o los tipos de proyectos que se definan como Servicios Públicos, entreguen el cálculo de desempeño energético en etapa de diseño, por medio de un sistema de etiquetado energético junto con la solicitud Licencia de Edificación.

En este etiquetado se podrá definir qué tipo de demandas y consumos se deben reportar, por ejemplo, climatización, iluminación y equipos.

Además, se podrá exigir su verificación en etapa de Recepción Final de obras.

A nivel global, los etiquetados energéticos cuentan con dos etapas de evaluación, la primera se denomina, según el sistema, pre-calificación o precertificación y corresponde a documentar el desempeño energético de un edificio en su etapa de diseño. Y la segunda se denomina Calificación o Certificación definitiva y corresponde a la verificación de cumplimiento en etapa de construcción de lo establecido en el diseño y esta etapa finaliza una vez obtenida la Recepción final de la edificación. Esto último podrá quedar señalado en la norma EM110 o en el CTCS.

b. Formulario de solicitud de Licencia de Edificación

Una vez que se genere la modificación en el RNE se podrá incorporar al Formulario de Solicitud de Licencia de Edificación la exigencia de entregar un reporte de desempeño energético del proyecto por medio de un Etiquetado Energético de la edificación.

3.7.4.2 Entidad Administradora:

El sistema de certificación o etiquetado energético para edificios de uso público, podría ser administrado por el MINEM de manera de asegurar que exista algún mecanismo de cálculo y reporte de desempeño energético de los edificios públicos en etapa de diseño y solicitud de licencia de edificación. La entidad que administre el sistema deberá administrar las diferentes partes del sistema que se describen a continuación.

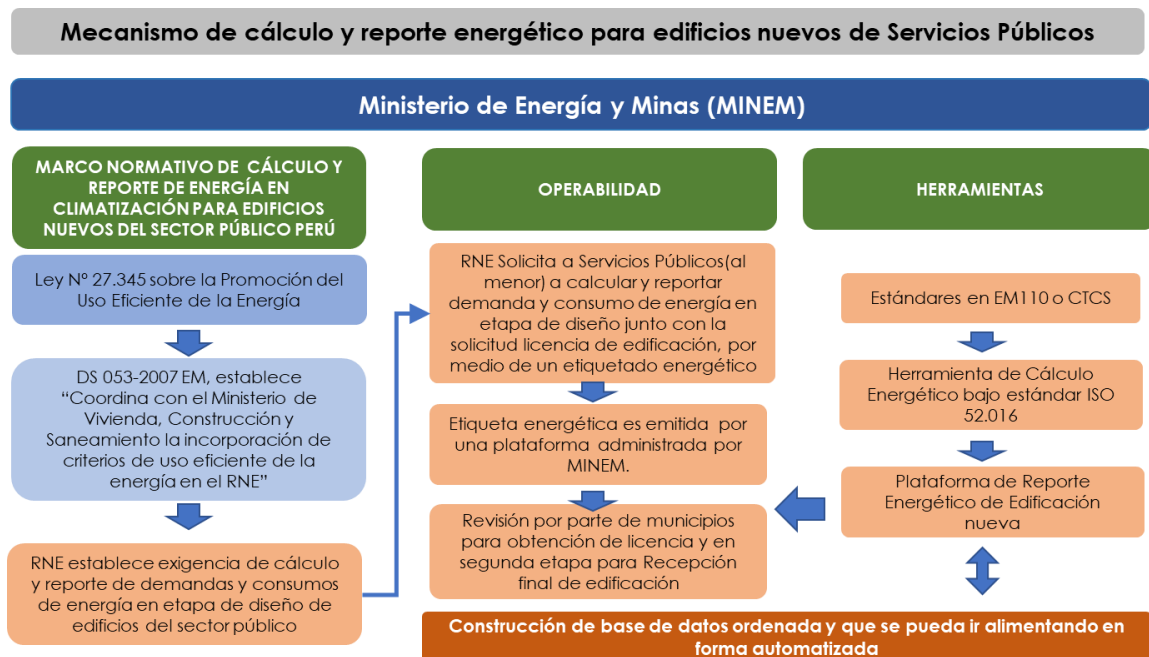


Figura 13: diagrama del mecanismo propuesto

3.7.5 Partes del sistema

Un sistema de etiquetado está compuesto por las siguientes partes:

1. Estándares
2. Herramientas de cálculo
3. Metodología de comparación
4. Certificado, Etiqueta y/o Sello
5. Informe o Reporte complementario
6. Plataforma de reporte
7. Registro de evaluadores
8. Manual de procedimiento
9. Escala o clasificación de eficiencia

Ya se ha explicado en profundidad las primeras tres partes: estándares, herramienta de cálculo y metodología de comparación, por lo que a continuación se explicarán en qué consisten las demás partes.

4. **Certificado, Etiqueta y/o Sello:** Instrumento gráfico que entrega información resumida del desempeño energético del edificio, mostrando resultados principales, indicadores energéticos y escala de eficiencia. El contenido de este documento se describe en detalle en el numeral 3.7.6.
5. **Informe o reporte:** Informe que debe emitir la herramienta de cálculo al final del proceso de cálculo con los resultados del comportamiento energético y térmico del edificio y los resultados de comparación. Se caracteriza por contener información detallada del edificio y de su comportamiento energético.
6. **Plataforma de reporte:** en general se recomienda contar con una plataforma web que permite ingresar la información de los proyectos, verificar estándar de cumplimiento, ordenar la información ingresada necesaria para la evaluación energética y permitir la emisión del Certificado, etiquetado y/o Sello y el informe energético del proyecto. Esta plataforma puede asegurar que los datos obtenidos de los etiquetados energéticos están archivados de una forma organizada y centralizada (una base de datos única)
7. **Registro de evaluadores:** Es fundamental que el sistema considere un Registro de evaluadores acreditados para cumplir con la función de llevar a cabo la calificación o certificación de edificios. Este registro es parte del sistema y debe ser administrado por la parte responsable del procedimiento para la certificación o etiquetado energético.
8. **Manual de procedimiento:** Documento que contiene las directrices técnicas, procedimentales y de gestión, necesarias para realizar calificaciones o certificaciones energéticas de edificios.
9. **Escala o clasificación de eficiencia:**

Además del indicador numérico de eficiencia energética, ejemplo 15 kWh/m² año, el certificado o etiquetado energético puede contener clases de eficiencia energética. A continuación, se presentan dos formas de representar clases o escalas de eficiencia en un etiquetado.

- El del lado izquierdo está desarrollado con un indicador y con clasificación en escala de letras, donde A es el con mejor comportamiento y G con el comportamiento más desfavorable.
- El del lado derecho está desarrollado a partir de un indicador y en vez de contar con un clasificación energética, presenta el desempeño del edificio en una banda de comportamiento sin clasificarlo.

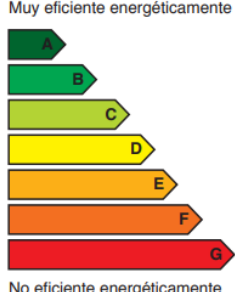
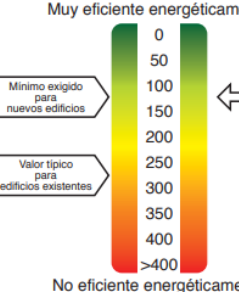
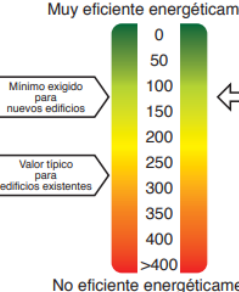
Certificado energético	Eficiencia energética del edificio	
	Espacio para hacer referencia al procedimiento de certificación energética utilizado	Indicador calculado
		
		130 kWh/(m²a)
Espacio para incluir información adicional sobre el indicador y los usos energéticos del edificio		Espacio para incluir información adicional sobre el indicador y los usos energéticos del edificio
Información administrativa: Dirección del edificio Superficie climatizada Fecha de validez Nombre y firma del certificador		Información administrativa: Dirección del edificio Superficie climatizada Fecha de validez Nombre y firma del certificador

Figura 14: dos tipologías de etiquetado con y sin sistema de clasificación

3.7.6 Contenido y comunicación de la información

3.7.6.1 Normas de referencia

Con respecto a métodos para expresar la información en un etiquetado o certificado energético se recomienda utilizar cualquiera de las siguientes normas internacionales:

- EN 15217:2012 Rendimiento energético de los edificios - Métodos para expresar el rendimiento energético y para la certificación energética de los edificios
- ISO 16343:2013 Rendimiento energético de los edificios. Métodos para expresar el rendimiento energético y para la certificación energética de los edificios.

3.7.6.2 Contenidos mínimos

Estas normas hacen referencia a una serie de contenidos mínimos que se debe tener en consideración al momento expresar la información por medio de la etiqueta o certificado energético y que se mencionan a continuación:

- 1) Datos administrativos del proyecto
 - Referencia a un procedimiento específico para etiquetado.
 - Nombre de la persona responsable de la emisión del certificado energético
 - Dirección del edificio del que se emitió el certificado energético.
 - Fecha de emisión del certificado y su período de validez.
- 2) Tipo de edificio o de la parte del edificio a la que es de aplicación
 - El procedimiento del certificado energético puede identificar las características del edificio de las que se ha de informar, por ejemplo, el área climatizada, el número de plantas climatizadas, el año o período de construcción y el año o período de la última gran reforma.

- 3) Casos en los que aplica el procedimiento, por ejemplo venta, arriendo, nueva edificación después de construcción, colocación en edificios públicos, etc..
- 4) Indicadores de eficiencia
 - Si el certificado energético está basado en un indicador energético estándar, añadir una Nota que declara que está basado en condiciones estándar y si el certificado está basado en datos de diseño o en datos reales del edificio añadir una Nota que lo declare.
 - Si el certificado energético está basado en un indicador energético medido, incorporar una Nota que declara que está basado en condiciones reales.
 - Si el certificado está basado en un indicador de energía medido, se debería añadir alguna información acerca de las condiciones reales del edificio.
- 5) Clasificación energética
- 6) Recomendaciones:
 - Tales como medidas de mejora (envolvente del edificio, instalaciones) y/o medidas de gestión de la propiedad (mejoras de funcionamiento y control del edificio y de las instalaciones).

4 Entregable 2: Indicadores de comportamiento TÉRMICO - energético

4.1 Recopilación de información

Con respecto al levantamiento de información que respalde la definición de indicadores de desempeño energético para climatización, se realizó análisis de información de dos grupos de fuentes de datos:

4.1.1 Indicadores utilizados en Perú:

A partir de la información identificada en la etapa de levantamiento de información, se puede observar que el Ministerio de Energía y Minas el año 2009 estableció por medio de la Resolución Ministerial N° 038- 2009-MEM/DM Los indicadores de consumo energético al Sector Público y en particular para edificios de uso administrativo establece los siguientes indicadores:

Tabla 4.1 Indicadores energéticos establecidos para el sector público de Perú

Subsector	Indicador	Unidades
Administrativo	Consumo de energía anual/variable sub-sector	J/trabajador J/m ²
	Consumo de hidrocarburos anual/variable sub-sector	J/trabajador J/m ²
	Consumo de electricidad anual/variable sub-sector	kWh/trabajador kWh/m ²
	Penetración anual de calentadores solares	m ² de colector/entidad

Complementario a lo anterior, en las auditorías energéticas realizadas por el MINEM también se incorporan resultados con los siguientes indicadores de consumo de energía:

- kWh-mes o kWh-año: Consumo de energía por unidad de tiempo.
- kWh/m²-año: Consumo de energía por unidad superficie y su relación en el tiempo.
- kWh/ trabajador-mes: Consumo de energía por unidad de tiempo por persona.

Además, en algunos casos se incorpora el indicador de impacto ambiental en:

- CO₂e/año: emisiones de gases efecto invernadero equivalentes al año.

4.1.2 Indicadores utilizados a nivel internacional

La norma “EN 15217:2012 Rendimiento energético de los edificios. Métodos para expresar el rendimiento energético y para la certificación energética de los edificios” especifica entre otras cosas Indicadores globales para expresar la eficiencia energética del edificio en conjunto, incluyendo calefacción, ventilación, aire acondicionado, agua caliente sanitaria y sistemas de iluminación.

Establece que la eficiencia energética de un edificio se representa por un indicador global, CE (Comportamiento Energético), que es la suma ponderada de la energía suministrada y exportada por conductor de energía determinado.

CE se puede expresar como:

- a) demanda de energía (requerida);
- b) energía primaria (Ep);
- c) emisiones de CO₂ (mCO₂);
- d) energía neta suministrada ponderada por cualquier otro parámetro definido por la política energética nacional (por ejemplo, energía suministrada o costo).

El indicador global CE puede ser complementado por otros indicadores, por ejemplo, el comportamiento térmico de la envolvente del edificio.

Los indicadores globales se basan en dos tipos de evaluaciones:

- **Evaluación energética estándar en base al diseño del edificio:**

Evaluación energética calculada empleando información del diseño de un edificio y un conjunto de datos de uso estándar (ver 3.10). Se puede realizar en diseño y en la etapa de construcción.

- **Evaluación energética medida:**

Es para edificios existentes ya que es la evaluación calculada en operación empleando datos reales de un edificio (envolvente térmica del edificio) y un conjunto de datos de uso estándar.

El indicador elegido puede ser un indicador energético en base a diseño o un indicador energético medido o ambos y se debe declarar de forma clara en el certificado energético el tipo de indicador empleado.

Por otra parte, en la ISO 52003-1: Eficiencia energética de los edificios - Indicadores, requisitos, calificaciones y certificados - Parte 1: Aspectos generales y aplicación a la eficiencia energética global. Define que indicador de desempeño energético es cantidad numérica medida o calculada que caracteriza el desempeño energético del objeto evaluado.

Y establece que debiera haber indicadores para desempeño global y parcial de energía.

El desempeño global se refiere a la energía necesaria para lograr la demanda de energía asociada a el uso del edificio o para usos específicos.

Y el desempeño parcial de energía, corresponde a la energía utilizada para un uso específico, como calefacción, refrigeración o eficiencia de iluminación) o para características térmicas de los elementos, como transmitancia térmica, etc..

Indicadores para desempeño global, se usan mucho en etiquetados energéticos y pueden ser letras, porcentajes de ahorro, unidades de demanda de energía, consumo, emisiones de gases efecto invernadero u otras.

- Indicadores de energía
 - Uso de energía total por área útil [kWh/m²]
 - Uso de energía total por área útil en un período de tiempo [kWh/m²-año] o [kWh/m²-mes]
 - Uso de energía total [kWh]
 - Relación porcentual de uso de energía [%]

Por otra parte, se puede mostrar por medio de estos indicadores, el desempeño en uso de energía primaria, secundaria, renovable y otros.

Por último, la norma “ISO 52018-1: Eficiencia energética de los edificios. Indicadores parciales de los requisitos de desempeño energético de edificios, relacionados con el balance de energía térmica y las características de la estructura. Parte 1: Descripción general de las opciones”. Hace referencia al uso de indicadores parciales relacionados a Balance energético del edificio y desempeño de la envolvente.

4.1.3 Indicadores energéticos utilizados en sistemas de etiquetado energético de edificios a nivel global.

4.1.3.1 España:

Los indicadores principales o globales de eficiencia energética utilizados son:

- emisiones anuales de CO₂e
- consumo anual de energía primaria no renovable.

Estos indicadores principales incluyen el impacto de los servicios de calefacción, refrigeración, producción de agua caliente sanitaria y, en usos distintos al residencial privado (vivienda), de iluminación, así como la reducción de emisiones o consumo de energía primaria no renovable derivada del uso de fuentes de energía renovables.

Los indicadores complementarios de eficiencia energética son:

- La demanda energética anual de calefacción / refrigeración;
- El consumo anual de energía primaria no renovable desagregada por servicios;
- Las emisiones anuales de CO₂e desagregada por servicios;
- Las emisiones anuales de CO₂e desagregada por consumo eléctrico y por otros combustibles

Los servicios considerados en los indicadores complementarios son los de calefacción, refrigeración, producción de agua caliente sanitaria y, en edificios de uso distinto al residencial

privado (vivienda), también el de iluminación.

Las unidades empleadas para expresar estos indicadores serán: el kWh por m² de superficie útil del edificio, para valores de demanda o consumo, y el kgCO₂e por m² de superficie útil del edificio, para valores de emisiones.

4.1.3.2 Chile:

En Chile existe un etiquetado energético para viviendas, llamado calificación Energética de Viviendas (CEV) y en el marco de la promulgación de la Ley de Eficiencia Energética se está trabajando en una versión para edificios de uso público. En el caso de la CEV los indicadores globales utilizados son:

- Demanda energética total por metro cuadrado al año (kWh/ m² año).
- Consumo de energía total por metro cuadrado al año (kWh/ m² año).
- Emisiones de CO₂: este indicador corresponde a la cantidad de CO₂ equivalente emitido por su vivienda, según el requerimiento de energía primaria total.
- Porcentaje de ahorro de energía promedio entre calefacción, Refrigeración e iluminación (%)

Como indicadores absolutos parciales considera:

- Demanda de energía para calefacción/refrigeración, por metro cuadrado, en un promedio anual (kWh/ m² año).
- Consumo de energía para calefacción/refrigeración, por metro cuadrado, en un promedio anual (kWh/ m² año).
- Porcentaje de ahorro de energía (calefacción, enfriamiento e iluminación) anual.
- Horas de discomfort sobre la banda de confort (HD(+)), [hrs]
- Horas de discomfort bajo la banda de confort (HD(-)), [hrs]

Como indicadores de mejora parciales considera:

- Ahorro en demanda de calefacción/refrigeración (%)

4.1.3.3 Reino unido

Reino Unido cuenta con un Certificado de desempeño energético (Energy Performance Certificate (EPC)) para edificación. Este certificado muestra:

- información sobre el uso de energía de una propiedad y los costos típicos de energía
- recomendaciones sobre cómo reducir el uso de energía y ahorrar dinero
- De acuerdo con el nivel de consumo, ubica a la edificación en una categorización de letras.

4.2 Construcción de Indicadores de comportamiento energético

Dado lo explicado en el punto anterior, para la definición de indicadores de comportamiento energético es fundamental tener claro el o los objetivos de lo que se quiere mostrar con los indicadores.

En el caso de la presente consultoría el encargo es definir indicadores de comportamiento energético asociados a desempeño energético proyectado para climatización, iluminación y equipos eléctricos en edificios nuevos del sector público. Estos indicadores deberán responder a los objetivos de las políticas del Ministerio de Energía y Minas, que para la presente consultoría establece que al menos sean indicadores de desempeño energético global de edificios para construir una línea base y permitir comparaciones.

4.2.1 Climatización

Perú, al igual que la mayoría de los países en vías de desarrollo cuenta con una alta pobreza energética. Tal como se explicó anteriormente, se entiende por pobreza energética el incumplimiento de confort, en este caso térmico. Se entiende entonces como ejemplo, que una edificación puede contar con un sistema de climatización, sin embargo, es muy pequeño y no es capaz de levantar la temperatura (calefacción) o reducir la temperatura (refrigeración) para que alcance rangos confortables.

Los indicadores de Energía, como son de Demanda de energía o Consumo de energía teórica siguen siendo el mejor indicador para cuantificar y proyectar una necesidad de requerimiento energético para climatización. Sin embargo, hay que entenderlo como una demanda de energía idílica la cual satisface un confort térmico el cual, en la realidad de las edificaciones probablemente no se satisfaga. Como las políticas públicas se deben desarrollar pensando en el óptimo, dicho indicador de cuantificación de energía para climatización debe existir, pero se recomienda acompañar con indicadores secundarios que complementan y apoyarán durante el periodo de transición hasta alcanzar el confort real. A su vez, la cuantificación energética para climatización en conocimiento de las fuentes de energía para el caso de energía primaria, o de la composición de la matriz eléctrica, en el caso de energía secundaria permiten de manera simplificada transformar Energía en CO₂ equivalente o CO_{2e}, indicador muy útil en conceptos de cambio climático.

Considerando la información nacional y su complemento con las experiencias internacionales señaladas en el punto anterior, se propone trabajar con indicadores globales y parciales de desempeño energético que se detallan a continuación:

- **Indicadores Globales de desempeño energético proyectado para climatización en edificios nuevos**
 - **Demanda energética** calculada a partir del Balance Térmico explicado en el numeral 3.7.4 del presente documento, por medio de uno o varios de los siguientes indicadores:
 - Por superficie de manera anual o mensual [kWh/m²-año] o [kWh/m²-mes]
 - Por ocupante de manera anual o mensual [kWh/pers-año] o [kWh/pers-mes]
 - **Consumo energético**, calculado a partir de la demanda térmica y la eficiencia de los equipos seleccionados, por medio de uno o varios de los siguientes indicadores:
 - Por superficie de manera anual o mensual [kWh/m²-año] o [kWh/m²-mes]
 - Por ocupante de manera anual o mensual [kWh/pers-año] o [kWh/pers-mes]

Nota: tanto la demanda como el consumo se debe considerar para los recintos que requieran climatización.

- **Indicadores Globales secundarios**

- **Emisiones de CO_{2e}:** una vez seleccionados los equipos y los tipos de combustibles y calculado el consumo se podrá calcular las emisiones de gases de efecto invernadero equivalentes generadas por la quema de los combustibles tanto de energía primaria como secundaria. Es por esto que se recomienda tener indicadores de emisiones directas y de emisiones indirectas.
 - [CO_{2e}/m²-año] o [CO_{2e}/m²-mes]
 - [CO_{2e}/pers-año] o [CO_{2e}/pers-mes]
- **Horas de discomfort:** En vista de la pobreza energética presente en Perú, los indicadores de energía teórica no son extrapolables a levantamientos de consumo empíricos a través de Auditorías Energéticas, por lo que se recomienda trabajar en paralelo con indicadores de discomfort. Estos indicadores no cuantifican energía necesaria para satisfacer confort (Demanda o Consumo), si no que cuantifican tiempo (horas al día) en el cual no se satisface el confort. Existen 2 alternativas de cuantificación de lo anterior, y se encuentran relacionadas a la existencia o no de equipos de climatización.
 - En el caso de que existan equipos, dicha cuantificación permite evaluar teóricamente el dimensionamiento del equipo, esto es, que existe una potencia instalada pero que no necesariamente satisface la demanda en todo instante de tiempo, por lo que se cuantifica el tiempo en horas en el que, existiendo un equipo, no se satisface la demanda energética.
 - En el caso de que no existan equipos, o no se enciendan, entonces se evalúa la oscilación de la temperatura “libre” sin la imposición de un rango de confort, cuantificando “tiempo” fuera de dicho rango. Esta metodología de cuantificación de tiempo se conoce como Free Float por sus siglas en ingles o de “temperatura libre” y se puede ejecutar con herramientas dinámica de cálculo horario.
 - [Hrs-año] de discomfort sobre la banda
 - [Hrs-año] de discomfort bajo la banda

- **Indicadores parciales**

Finalmente, los indicadores de energía para climatización se recomiendan dividir en los necesarios para Calefacción por separado de los necesarios para Refrigeración

- **Demanda energética [kWh] para:**
 - Refrigeración
 - Calefacción
- **Consumo energético[kWh]:**
 - Refrigeración
 - Calefacción



Figura 4.1: propuesta de indicadores de eficiencia energética global y parcial para climatización

Todos los indicadores señalados anteriormente están focalizados para calcular y reportar proyecciones de desempeño energético para proyectos nuevos. Sin embargo, para reportar consumo de energía de edificios existentes se recomienda sólo trabajar con indicadores de consumo, tales como:

- Consumo por superficie en un año o mes [kWh/m²-año] o [kWh/m²-mes]
- Consumo por ocupante en un año o mes [kWh/per-año] o [kWh/per-mes]

Es relevante destacar que aunque el indicador es el mismo en proyecciones de edificaciones nuevas y edificios existentes; [Consumo de energía por superficie o ocupantes en meses o años], la construcción del indicador en el caso de proyecciones se realiza satisfaciendo confort y corresponde sólo al consumo en climatización, y en el caso de edificaciones existentes, corresponde a un levantamiento de energías reales consumidas, las cuales en general son el total de energía eléctrica de la edificación ya que generalmente no se cuenta con remarcadores que identifican el consumo sólo en climatización. Debido a lo expuesto, lamentablemente su comparación no es factible ya que, aunque se incorporen remarcadores, el problema de la pobreza energética persiste.

4.2.2 Iluminación:

En el caso de la iluminación el indicador fundamental corresponde a la potencia instalada [W/m²]. Este indicador permite identificar una energía que será consumida, sin embargo, dada la alta variedad de equipos, es importante hacer referencia a una calidad lumínica o una potencial satisfacción del confort lumínico.

Por lo anterior, dicho indicador debe ir acompañado de indicadores secundarios que reflejen una satisfacción en el confort lumínico.

Para esto se señalan los siguientes indicadores recomendados²¹:

- **Potencia [W]**

Corresponde a la potencia que consume la luminaria y en base a su distribución en planta, se obtiene la potencia por área Potencia [W/m²]

- **Iluminancia mínima [lux]**

²¹ Estos indicadores se obtuvieron del Manual CES de Chile.

La iluminancia es el flujo incidente por unidad de área que recibe una superficie. Este flujo se expresa en [lumen/m²]

Para oficinas se recomiendan 400 [lux]

- **Índice de Deslumbramiento (UGR)**

El deslumbramiento es la incomodidad en la visión producida cuando partes del campo visual son muy brillante en relación a las cercanías a las que el ojo está adaptado.

Se recomienda que las luminarias tengan un UGR ≤ 19

- **Rendimiento cromático (IRC)**

El rendimiento cromático hace referencia a la capacidad de la luminaria de reproducir los colores del espectro de luz lo más parecido a la luz natural o a una fuente de luz patrón.

Se recomienda que las luminarias tengan un IRC $> 80\%$

4.2.3 Equipos eléctricos

Con respecto a los indicadores relacionados a los equipos eléctricos se recomienda considerar las siguientes potencias²² para definir como indicador una potencia por área [W/m²]

²² Ashrae Fundamentals: Nonresidential cooling and heating load calculations

Table 12 Cooling Load Estimates for Various Office Load Densities

Load Density*	Number	Each, W	Total, W	Diversity	Load, W
Light					
Computers	6	55	330	0.67	220
Monitors	6	55	330	0.67	220
Laser printer—small desk top	1	130	130	0.33	43
Fax machine	1	15	15	0.67	10
Total Area Load					494
Recommended equipment load factor = 5.4 W/m ²					
Medium					
Computers	8	65	520	0.75	390
Monitors	8	70	560	0.75	420
Laser printer—desk	1	215	215	0.5	108
Fax machine	1	15	15	0.75	11
Total Area Load					929
Recommended equipment load factor = 10.8 W/m ²					
Medium/Heavy					
Computers	10	65	650	1	650
Monitors	10	70	700	1	700
Laser printer—small office	1	320	320	0.5	160
Facsimile machine	1	30	30	0.5	15
Total Area Load					1525
Recommended equipment load factor = 16.1 W/m ²					
Heavy Load Density^a					
Computers	12	75	900	1	900
Monitors	12	80	960	1	960
Laser printer-small office	1	320	320	0.5	160
Facsimile machine	1	30	30	0.5	15
Total Area Load					2035
Recommended equipment load factor = 21.5 W/m ²					

Figura 4.2 Extracto Ashare fundamentals

5 Entregable 3: Escenario de comparación

5.1 Condiciones consideradas para la modelación.

En este capítulo se abordan las condiciones que fueron incluidas en esta modelación y que forman parte de la combinatoria de casos que permitirán establecer las bases para un análisis comparativo.

5.1.1 Transmitancias térmicas envolvente opaca

Cabe destacar que estas transmitancias térmicas fueron calculadas con la conductividad térmica del concreto armado especificada en la norma EM110 - Anexo 3 “Lista de características higrométricas de los materiales de construcción”, y para el caso del poliestireno expandido se utilizó el valor entregado por la norma chilena Nch853-2007 debido a que la norma EM110 no entrega el valor para un poliestireno expandido de densidad de 10[kg/m³]. A continuación, se presenta el detalle del cálculo:

Tabla 5.1 Datos para cálculo de transmitancias térmicas de muros

Ciudad	Elemento	Material	Espesor [cm]	Conductividad térmica [W/mK]
Iquitos	Muro Base Iquitos-Piura	Concreto Armado	15	1,63
		Poliestireno Expandido	1	0,043
	Muro Base Iquitos-Piura + 2cm PE	Concreto Armado	15	1,63
		Poliestireno Expandido	2	0,043
	Muro Base Iquitos-Piura + 5cm PE	Concreto Armado	15	1,63
		Poliestireno Expandido	5	0,043
Lima	Muro Base Lima	Concreto Armado	15	1,63
	Muro Base Lima + 2cm PE	Concreto Armado	15	1,63
		Poliestireno Expandido	2	0,043
	Muro Base Lima + 5cm PE	Concreto Armado	15	1,63
		Poliestireno Expandido	5	0,043
	Piura	Muro Base Iquitos-Piura	Concreto Armado	15
Poliestireno Expandido			1	0,043
Muro Base Iquitos-Piura + 2cm PE		Concreto Armado	15	1,63
		Poliestireno Expandido	2	0,043
Muro Base Iquitos-Piura + 5cm PE		Concreto Armado	15	1,63
		Poliestireno Expandido	5	0,043

Por lo tanto, en cuanto a la superficie opaca de la envolvente se plantean dos alternativas adicionales al muro “base” respectivo de cada ciudad presentados anteriormente.

Tabla 5.9 Variación del valor U para distintos espesores de aislación.

Muro	Transmitancia Térmica [W/m ² K]
Muro base Lima	4,2
Muro base Iquitos-Piura	2,12
Muro base + 2cm PE	1,42
Muro base + 5cm PE	0,71

Como se puede comprobar los dos primeros muros corresponden a los muros con transmitancia térmica cercana a la transmitancia máxima según su zona bioclimática. Los siguientes tipos de muros corresponden a los mismos muros bases agregandoles 2 y 5 centímetros adicionales de poliestireno expandido. Cabe destacar que la importancia de esta variación es el valor U del muro y no el espesor de la aislación presente, es útil explicar esto ya que el muro base de Iquitos-Piura ya tiene incorporado 1 centímetro de poliestireno expandido.

Tabla 5.2 Datos para cálculo de transmitancias térmicas de cubiertas.

Ciudad	Elemento	Material	Espesor [cm]	Conductividad térmica [W/mK]
Iquitos	Cubierta Hormigón Iquitos	Concreto Armado	15	1,63
		Poliestireno Expandido	4	0,043
Lima	Cubierta Hormigón Lima-Piura	Concreto Armado	20	1,63

Piura	Cubierta Hormigón Lima-Piura	Concreto Armado	20	1,63
-------	------------------------------	-----------------	----	------

5.1.2 Envolvente Translucida

En cuanto a la envolvente translúcida, se consideraron dos tipos de vidrio según EM 110 y tres tipos de factores solares o tintes

Tabla 5.5 Transmisiones térmicas de vidrio simple para ambas normas.

Norma	Nombre del Vidrio	Transmitancia Térmica [W/m ² K]
EM110	Vidrio Crudo	5,7
EM110	Vidrio Insulado 4-9-4	3,00

Luego, como se mencionó anteriormente se establecieron tres tipos de tintes para ventanas, los cuales solo fueron aplicados al tipo de vidrio simple.

Tabla 5.7 Factores solares para vidrio monolítico

Tipo de vidrio	Factor solar
Vidrio Crudo	0,69
	0,6
	0,5

Cabe destacar que el factor solar más elevado se fijó en 0,69 con el objeto de respetar las limitaciones impuestas por la norma EM110 para fachadas en las que el 60% o más sea vidriada.

Finalmente, se especifican otros valores asociados a las ventanas, en específico al marco y al tipo de cierre, para los cuales se utilizó la herramienta de cálculo chilena CEV v2.0 y CEEUP

Tabla 5.8 Propiedades del marco para modelación

Tipo de Vidrio	de Tipo de Cierre	de Materialidad Marco	Transmitancia térmica Marco [W/m ² K]	Porcentaje de Marco
Vidrio Monolítico	Corredera	PVC Sin RPT	2,8	0,75
DVH con 9mm	Corredera	PVC Sin RPT	2,8	0,75

5.1.3 Protecciones solares

Con respecto a las protecciones solares para la superficie opaca de la envolvente se decidió optar por incluir en la modelación dos tratamientos de fachada, en primera instancia se utilizó un sombreado sobre el muro original con tal de anular la radiación directa que llega a este. Por otro lado, se optó por cambiar la pintura de los muros exteriores de un color con tonalidad intermedia a uno con tonalidad clara con tal de reducir su emisividad de un valor de 0,6 a 0,3.

Tabla 5.10 Tratamientos de Fachada

Tratamiento de Fachada
Sin
Doble Muro
Sin + Pintura Clara
Doble Muro + Pintura Clara

5.1.4 Resumen combinaciones

A continuación, se presenta una tabla resumen con la cantidad de variables para cada condición de entrada, además se muestra el número total teórico de casos resultantes de la modelación.

Tabla 5.11 Resumen de la cantidad de casos para la modelación

Condiciones variables		
Superficie	10 [m ²]	4
	20 [m ²]	
	60 [m ²]	
	480 [m ²]	
Nivel Piso	Primer Piso	3
	Piso Intermedio	
	Último Piso	
Transmitancia Térmica de Muros	Depende de zona bioclimática	3
	1,42 [W/m ² K]	
	0,71 [W/m ² K]	
Materialidad de muros	Concreto Armado	2
	Ladrillo	
Perímetro Exterior	25%	2
	50%	
Porcentaje de Ventana	40%-20%	3
	40%	
	60%	
Tipo de Vidrio	Vidrio Monolítico	2
	Doble Vidriado Hermético	
Factor Solar de Vidrio	0,69	3
	0,6	
	0,5	
Tratamiento de Fachada	Sin	4

Condiciones variables		
	Doble Muro	
	Sin + Color Ext	
	Doble Muro + Color Ext	
Infiltraciones	0,5 [1/h]	2
	1,5 [1/h]	
Perfil de Ocupación	Oficina	2
	Sala de Reuniones	
Relación Perímetro v/s Área	100%	3
	110%	
	120%	
Rotaciones		4
Zonas Bioclimáticas		3
	Total	1.492.992

Con el objetivo de reducir casos modelados se utilizaron las 6.912 modelaciones realizadas en la definición de línea base para obtener ponderaciones de amplificación o reducción de demandas. Lo anterior se realizó para:

- Nivel de Piso: Primer piso en contacto con el terreno, piso intermedio y último piso con techumbre
- Materialidad: Ladrillo o Concreto
- % ventanas: 20% - 40% y 60%
- Ocupación: Oficina o Sala de Reuniones
- % perímetro exterior: con 1 cara al exterior o 2

Tabla 5.3 Variables ponderadas

	Lima	Iquitos	Piura
Albañilería King Kong	116%	106%	109%
Hormigón Armado	100%	100%	100%
P1	74%	97%	90%
Pint	100%	100%	100%
Ultimo Piso	90%	112%	113%
Oficina	100%	100%	100%
Sala Reuniones	1021%	641%	625%
60% ventanas	100%	100%	100%
40% ventanas	71%	89%	82%
20% ventanas	50%	78%	64%
25% Perímetro exterior	100%	100%	100%
50% Perímetro exterior	151%	120%	135%

Estas ponderaciones permitieron reducir las combinatorias a 10.752

5.2 Resultados combinatorias

De las 10.752 modelaciones realizadas y ponderadas por los factores mencionados en el capítulo 5.1.4 Resumen combinaciones se conformaron las plantas representativas para cada tipo de edificación; Gran Altura, Mediana Altura, Baja Altura. Estas plantas presentan la misma combinación que la línea base definidas en la Tabla 3.14 Distribución por superficies representativas.

Dichas edificaciones representativas ponderadas generaron 64 combinatorias de demandas para cada zona climática y por cada tipología de edificación, representando 384 edificios.

Es interesante identificar que la gran problemática en edificaciones de uso intenso como es el caso de Oficinas en zonas tropicales corresponde a las altas ganancias solares debido a las decisiones arquitectónicas que diseñan con grandes superficies vidriadas. Como muestran los resultados expuestos a continuación, mientras la ganancia solar no se controle, entonces cualquier mejora en la envolvente opaca o en infiltraciones, en vez de mejorar los resultados, los empeora, ya que dichas mejoras dificultan la pérdida de la gran acumulación de calor en su interior. Lo anterior permitiría concluir erróneamente que mejoras en la piel opaca o control de infiltraciones no aplican para zonas tropicales. Sin embargo, los análisis muestran que, sobre cierto control solar en las superficies traslucidas, ya sea a través de tintes en los cristales o aleros o disminución de la superficie vidriada, la acumulación calórica en el interior disminuye y considerando las elevadas temperaturas en el exterior, ahora sí es recomendable controlar las infiltraciones o flujos a través de la piel opaca. Este cambio entre beneficio o desventaja en el diseño pasivo de la envolvente resalta la complejidad en resolver el problema de refrigeración en vez de calefacción, como se encuentra acostumbrado el mundo desarrollado a resolver y pone un mayor énfasis en desarrollar herramientas de simulación de mayor precisión, ya que decisiones evaluadas de manera prescriptiva o por separadas y combinadas posteriormente pueden resultar en una peor decisión.

Se observa que la decisión de disminuir el factor solar en cristales impuesto en la nueva versión de la EM110 para zonas acristaladas superiores al 60% va en el camino correcto, pero no es la única alternativa de medidas.

Tabla 5.4 Resultados combinatorias, en primera fila la Línea de Referencia desarrollada y en segunda fila el cumplimiento de la EM110 -2022

Infiltraciones	Demanda [kWh/m2-mes]									
	Ventana	Doble piel	Muro	Color	Lima		Iquitos		Piura	
					Altu ra	Medi ano	Medi ano	Peque ño	Medi ano	Peque ño
Infilt. 2,0	VS		Base		6,3	5,3	25,0	25,0	15,2	14,4
Infilt. 2,0	VSEM1 10		EM110		4,5	3,4	30,0	28,7	13,8	12,4
Infilt. 0,5	VSEM11 0		EM110		4,6	3,5	24,4	23,4	14,0	12,6
Infilt. 0,5	VSEM11 0		EM110	Clar o	4,3	3,3	24,1	23,1	13,6	12,2
Infilt. 0,5	VSEM11 0		EM110 +2		6,2	4,8	24,5	23,5	14,3	12,8
Infilt. 0,5	VSEM11 0		EM110 +5		6,9	5,2	24,6	23,5	14,8	13,3
Infilt. 0,5	VSEM11 0	Si	EM110		4,3	3,3	24,1	23,1	13,6	12,2
Infilt. 0,5	VSEM11 0	Si	EM110	Clar o	4,2	3,2	23,9	23,0	13,4	12,1
Infilt. 0,5	VSEM11 0	Si	EM110 +2		6,1	4,6	24,3	23,3	14,0	12,6
Infilt. 0,5	VSEM11 0	Si	EM110 +5		6,7	5,1	24,4	23,4	14,7	13,2
Infilt. 0,5	VS+FS0, 6		EM110		4,2	3,2	23,6	22,6	13,1	11,8
Infilt. 0,5	VS+FS0, 6		EM110	Clar o	3,9	3,0	23,3	22,3	12,8	11,5
Infilt. 0,5	VS+FS0, 6		EM110 +2		5,6	4,3	23,7	22,7	13,4	12,0
Infilt. 0,5	VS+FS0, 6		EM110 +5		6,1	4,7	23,7	22,7	13,8	12,4

Infiltraciones	Demanda [kWh/m2-mes]									
	Ventana	Doble piel	Muro	Color	Lima		Iquitos		Piura	
					Altura	Mediano	Mediano	Pequeño	Mediano	Pequeño
Infilt. 0,5	VS+FS0,6	Si	EM110		3,9	3,0	23,3	22,4	12,8	11,5
Infilt. 0,5	VS+FS0,6	Si	EM110	Claro	3,8	2,9	23,1	22,2	12,6	11,3
Infilt. 0,5	VS+FS0,6	Si	EM110+2		5,5	4,1	23,5	22,5	13,1	11,8
Infilt. 0,5	VS+FS0,6	Si	EM110+5		6,0	4,6	23,6	22,6	13,7	12,3
Infilt. 0,5	VS+FS0,5		EM110		3,8	2,9	22,7	21,8	12,2	10,9
Infilt. 0,5	VS+FS0,5		EM110	Claro	3,5	2,7	22,4	21,5	11,8	10,6
Infilt. 0,5	VS+FS0,5		EM110+2		5,0	3,8	22,8	21,8	12,4	11,2
Infilt. 0,5	VS+FS0,5		EM110+5		5,4	4,1	22,7	21,8	12,8	11,5
Infilt. 0,5	VS+FS0,5	Si	EM110		3,5	2,7	22,5	21,5	11,8	10,6
Infilt. 0,5	VS+FS0,5	Si	EM110	Claro	3,4	2,6	22,3	21,3	11,7	10,5
Infilt. 0,5	VS+FS0,5	Si	EM110+2		4,8	3,7	22,6	21,6	12,2	10,9
Infilt. 0,5	VS+FS0,5	Si	EM110+5		5,3	4,0	22,6	21,7	12,6	11,3
Infilt. 0,5	DVH		EM110		5,6	4,2	25,4	24,4	15,4	13,8
Infilt. 0,5	DVH		EM110	Claro	5,2	3,9	25,1	24,1	15,0	13,5
Infilt. 0,5	DVH		EM110+2		8,0	6,1	25,5	24,5	15,8	14,2

Infiltraciones	Demanda [kWh/m ² -mes]									
	Ventana	Doble piel	Muro	Color	Lima		Iquitos		Piura	
					Altura	Mediano	Mediano	Pequeño	Mediano	Pequeño
Infilt. 0,5	DVH		EM110 +5		8,9	6,8	25,7	24,6	16,4	14,7
Infilt. 0,5	DVH	Si	EM110		5,2	4,0	25,2	24,1	15,0	13,5
Infilt. 0,5	DVH	Si	EM110	Claro	5,0	3,8	25,0	23,9	14,8	13,3
Infilt. 0,5	DVH	Si	EM110 +2		7,7	5,9	25,3	24,3	15,5	13,9
Infilt. 0,5	DVH	Si	EM110 +5		8,8	6,7	25,6	24,5	16,2	14,6
Infilt. 2,0	VSEM110		EM110	Claro	4,3	3,3	29,6	28,4	13,4	12,1
Infilt. 2,0	VSEM110		EM110 +2		5,4	4,1	30,0	28,8	14,1	12,7
Infilt. 2,0	VSEM110		EM110 +5		5,8	4,4	30,1	28,9	14,6	13,1
Infilt. 2,0	VSEM110	Si	EM110		4,3	3,3	28,8	27,6	13,4	12,1
Infilt. 2,0	VSEM110	Si	EM110	Claro	4,2	3,2	28,6	27,4	13,3	11,9
Infilt. 2,0	VSEM110	Si	EM110 +2		5,3	4,0	28,9	27,7	13,8	12,4
Infilt. 2,0	VSEM110	Si	EM110 +5		5,7	4,3	29,0	27,9	14,5	13,0
Infilt. 2,0	VS+FS0,6		EM110		4,2	3,2	29,1	27,9	12,9	11,6
Infilt. 2,0	VS+FS0,6		EM110	Claro	4,1	3,1	28,8	27,6	12,6	11,3
Infilt. 2,0	VS+FS0,6		EM110 +2		5,0	3,8	29,2	28,0	13,2	11,9

Infiltraciones	Demanda [kWh/m ² -mes]									
	Ventana	Doble piel	Muro	Color	Lima		Iquitos		Piura	
					Altura	Mediano	Mediano	Pequeño	Mediano	Pequeño
Infilt. 2,0	VS+FS0, 6		EM110 +5		5,3	4,0	29,2	28,0	13,6	12,3
Infilt. 2,0	VS+FS0, 6	Si	EM110		4,1	3,1	27,9	26,8	12,6	11,3
Infilt. 2,0	VS+FS0, 6	Si	EM110	Claro	4,0	3,0	27,7	26,6	12,4	11,2
Infilt. 2,0	VS+FS0, 6	Si	EM110 +2		4,9	3,7	28,0	26,9	12,9	11,6
Infilt. 2,0	VS+FS0, 6	Si	EM110 +5		5,2	4,0	28,1	27,0	13,5	12,1
Infilt. 2,0	VS+FS0, 5		EM110		4,0	3,0	28,2	27,0	12,0	10,8
Infilt. 2,0	VS+FS0, 5		EM110	Claro	3,9	2,9	27,8	26,7	11,7	10,5
Infilt. 2,0	VS+FS0, 5		EM110 +2		4,6	3,5	28,2	27,0	12,2	11,0
Infilt. 2,0	VS+FS0, 5		EM110 +5		4,8	3,7	28,2	27,0	12,6	11,3
Infilt. 2,0	VS+FS0, 5	Si	EM110		3,9	2,9	27,0	25,9	11,7	10,5
Infilt. 2,0	VS+FS0, 5	Si	EM110	Claro	3,8	2,9	26,8	25,7	11,5	10,3
Infilt. 2,0	VS+FS0, 5	Si	EM110 +2		4,5	3,4	27,1	26,0	12,0	10,7
Infilt. 2,0	VS+FS0, 5	Si	EM110 +5		4,8	3,6	27,1	26,0	12,4	11,2
Infilt. 2,0	DVH		EM110		5,0	3,8	31,0	29,7	15,1	13,5
Infilt. 2,0	DVH		EM110	Claro	4,7	3,6	30,6	29,4	14,7	13,2

Infiltraciones	Ventana	Doble piel	Muro	Color	Demanda [kWh/m ² -mes]					
					Lima		Iquitos		Piura	
					Altura	Mediano	Mediano	Pequeño	Mediano	Pequeño
Infilt. 2,0	DVH		EM110 +2		6,2	4,7	31,1	29,8	15,4	13,9
Infilt. 2,0	DVH		EM110 +5		6,8	5,2	31,2	29,9	16,0	14,4
Infilt. 2,0	DVH	Si	EM110		4,7	3,6	29,8	28,5	14,7	13,2
Infilt. 2,0	DVH	Si	EM110	Claro	4,6	3,5	29,6	28,3	14,5	13,0
Infilt. 2,0	DVH	Si	EM110 +2		6,1	4,6	29,9	28,7	15,1	13,6
Infilt. 2,0	DVH	Si	EM110 +5		6,7	5,1	30,1	28,9	15,9	14,3

Estas demandas teóricas en climatización se suman a los consumos teóricos de iluminación y equipos eléctricos.

Considerando 12 [W/m²] para iluminación y 15.3 [W/m²] para equipos eléctricos con un uso de 8hrs diarias 5 días a la semana, se obtiene: 2.1 [kWh/m²-mes] en iluminación y 2.7 [kWh/m²-mes] para equipos eléctricos.

Con esto, considerando una eficiencia en los equipos de climatización de 2.8 podemos visualizar una distribución porcentual en consumo energético en las distintas ciudades para el caso base y caso base proyectado de la EM110.

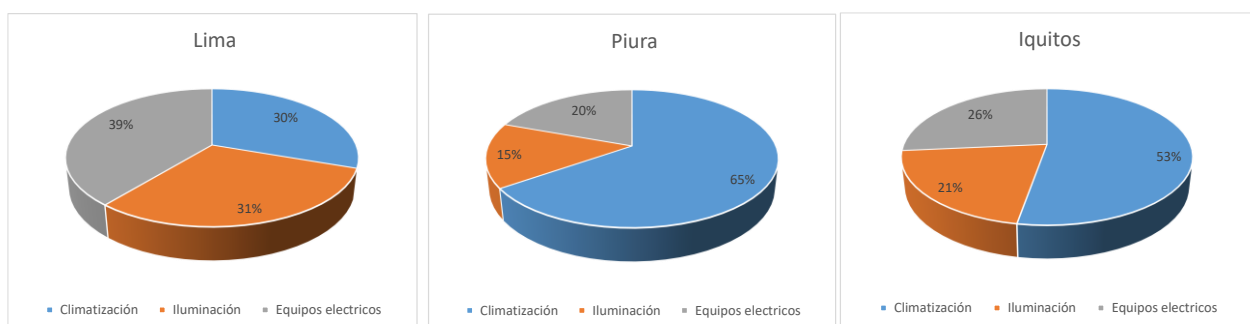


Figura 5.1 Distribución teórica de consumos de línea base

Determinación de indicadores de comportamiento energético para edificaciones del sector público en zonas bioclimáticas cálidas y de la ciudad de Lima

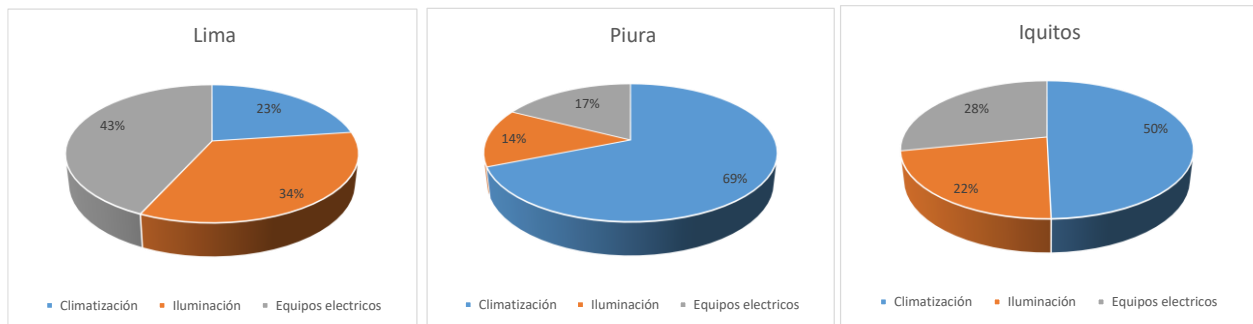


Figura 5.2 Distribución teórica de consumos de línea EM110

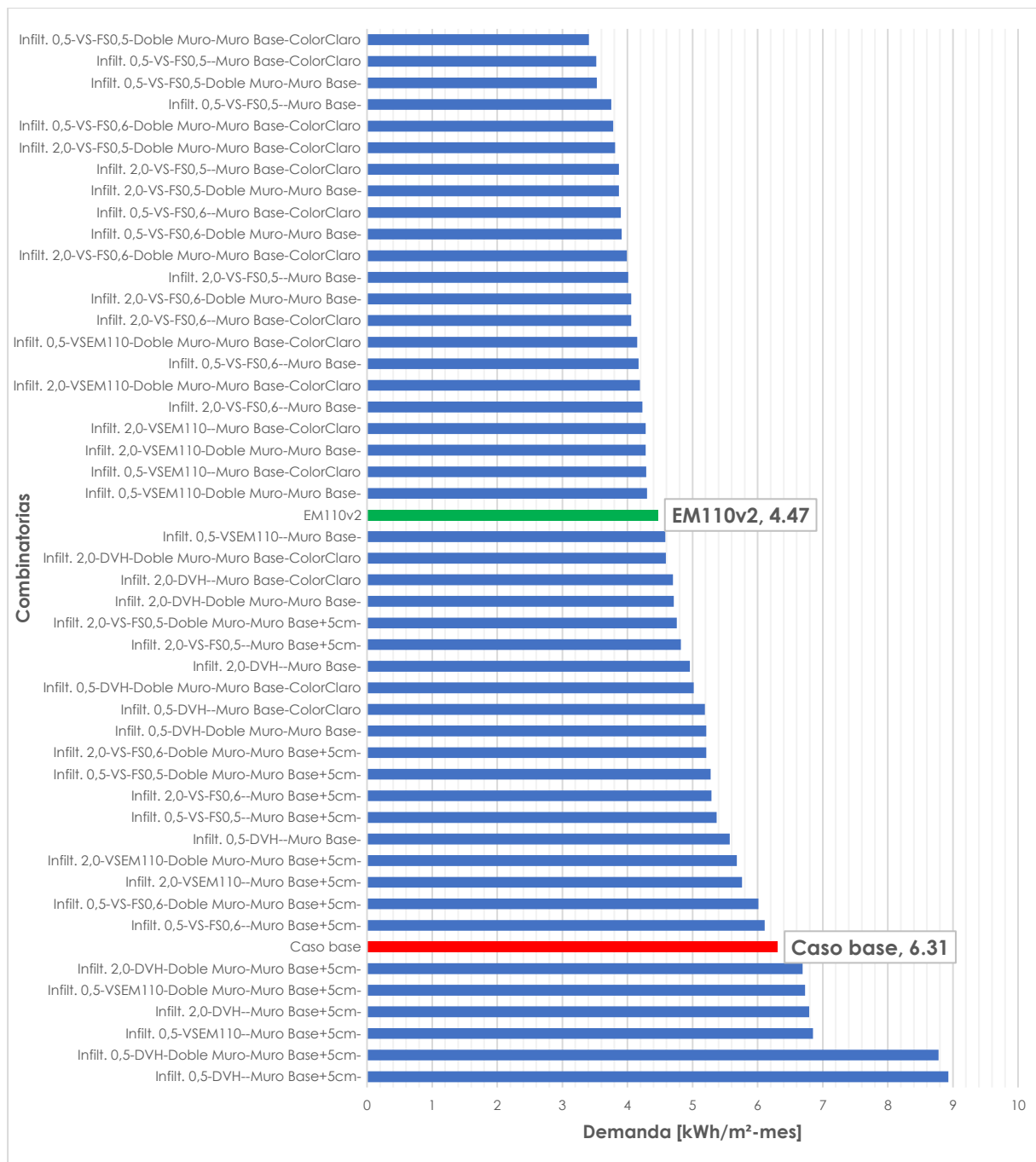


Gráfico 5.1 Lima - Edificaciones de Gran Altura

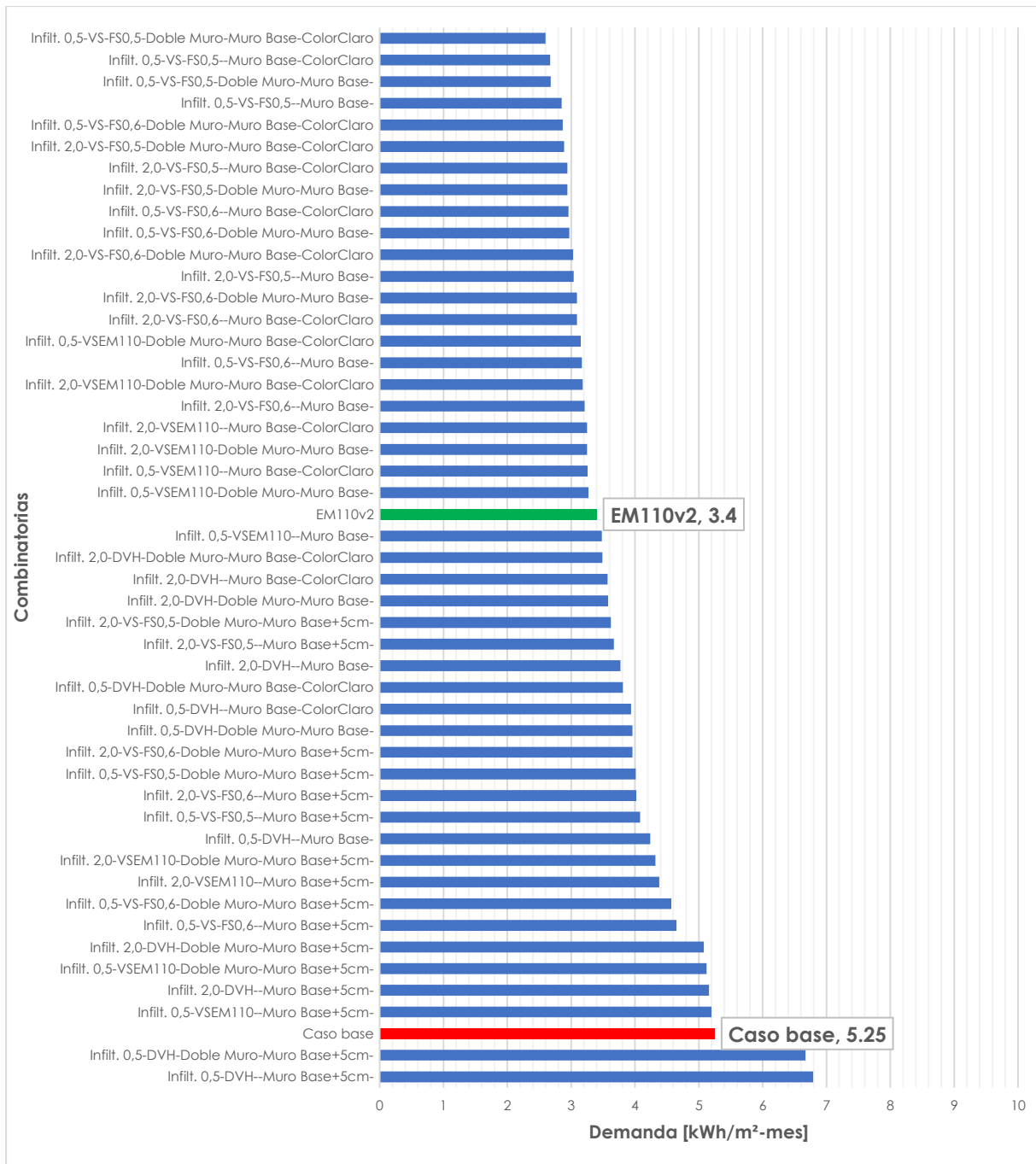


Gráfico 5.2 Lima - Edificaciones de Mediana Altura

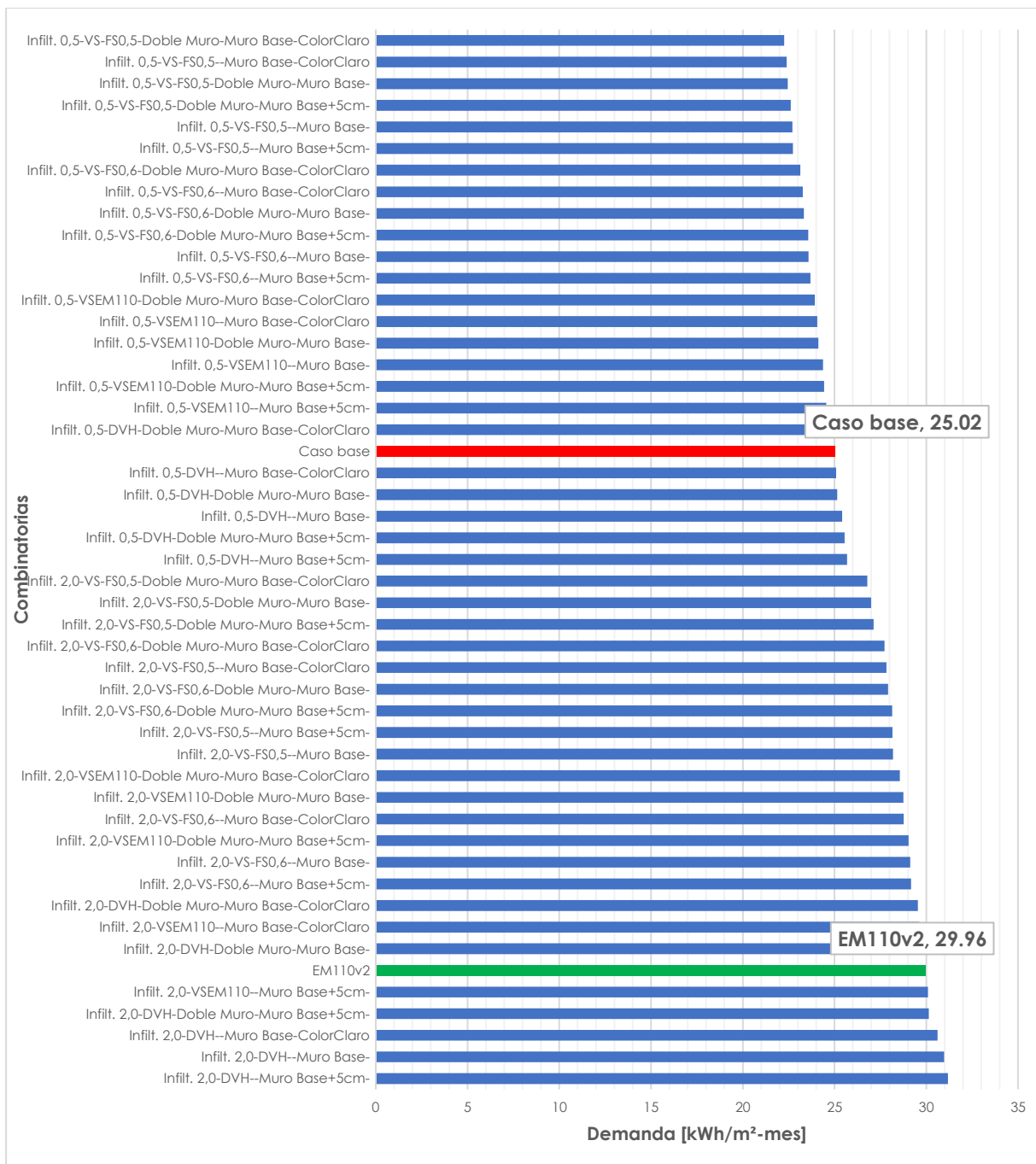


Gráfico 5.3 Iquitos - Edificaciones de Mediana Altura

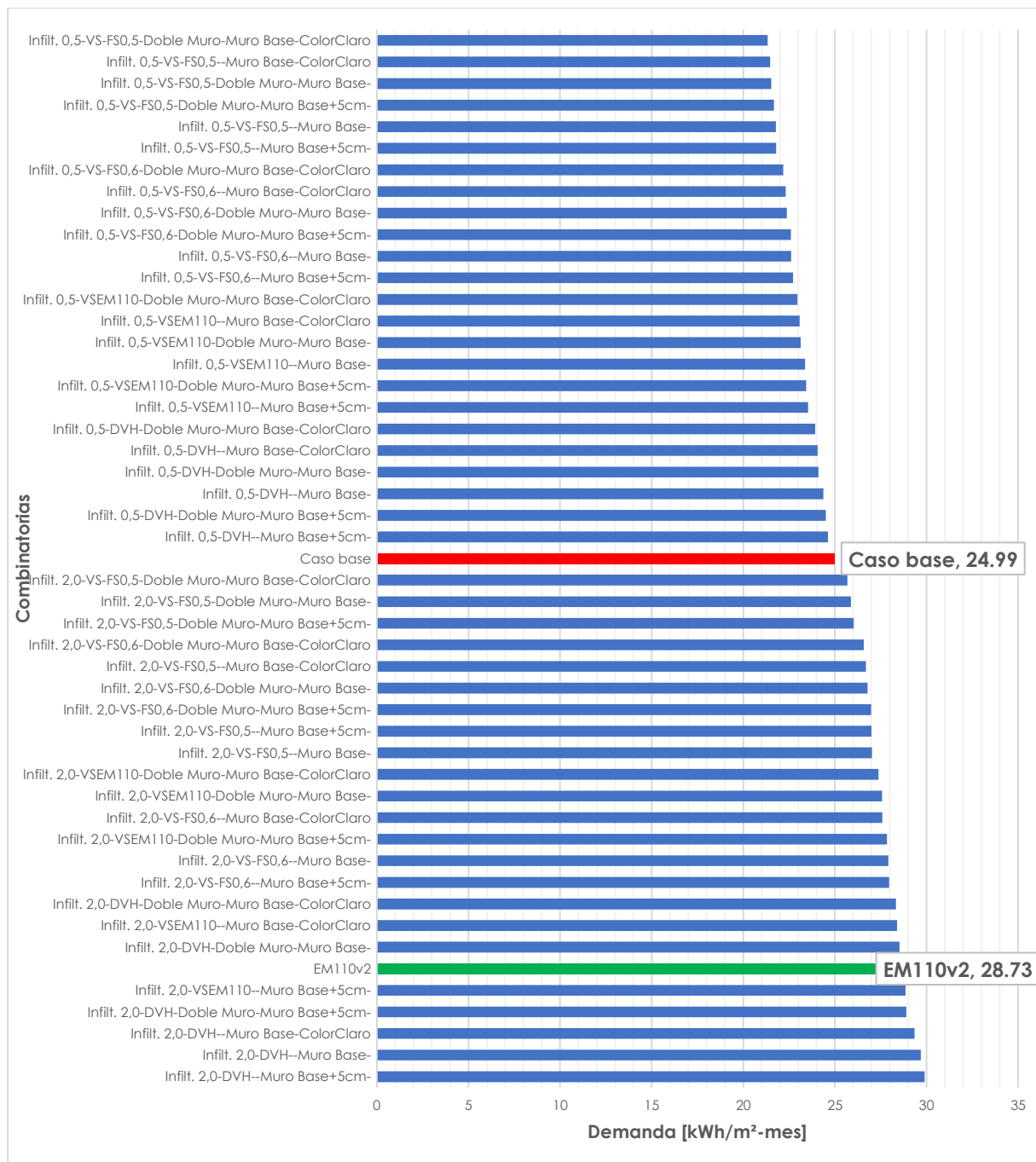


Gráfico 5.4 Iquitos - Edificaciones de Pequeña Altura

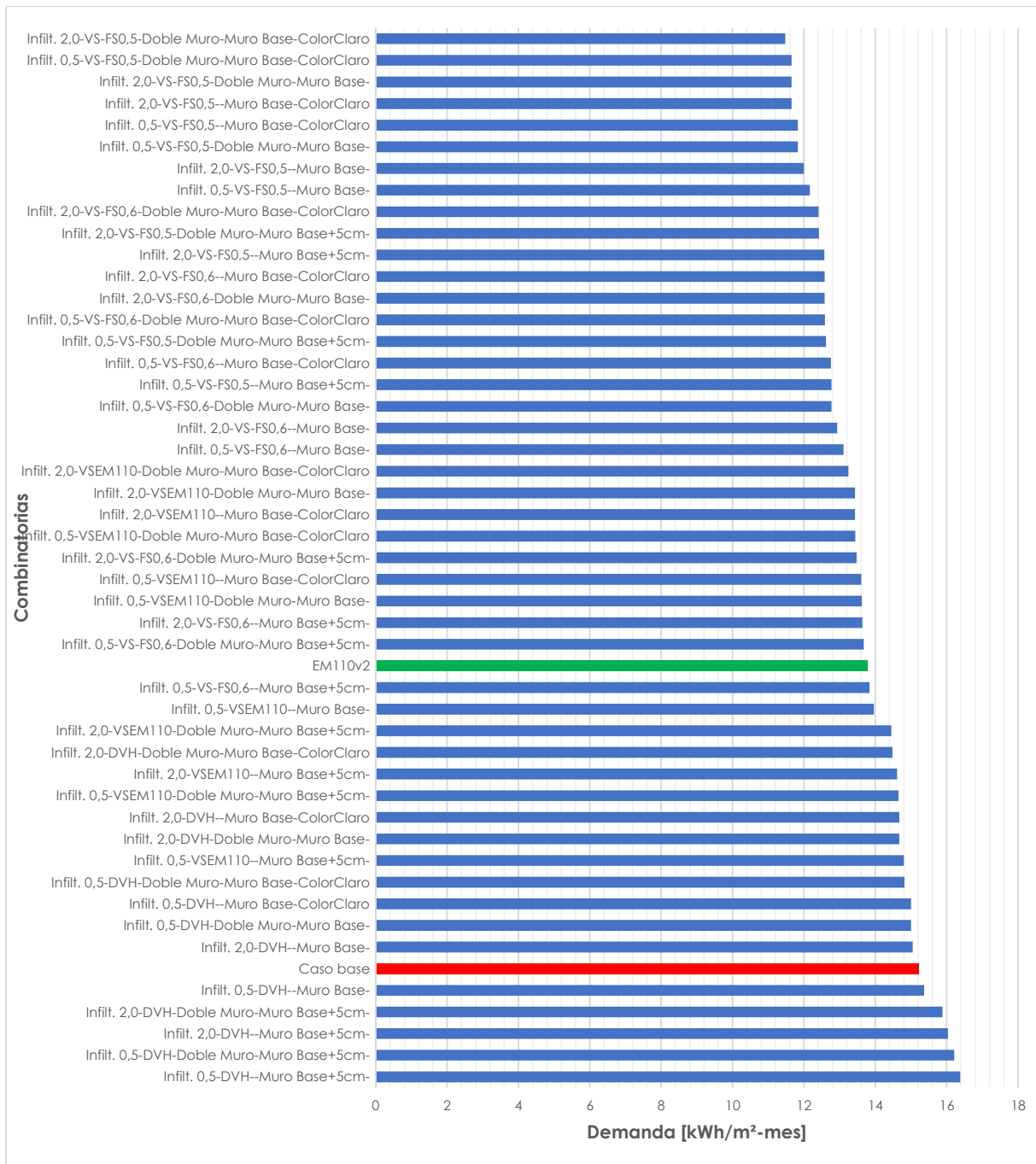


Gráfico 5.5 Piura - Edificaciones de Mediana Altura

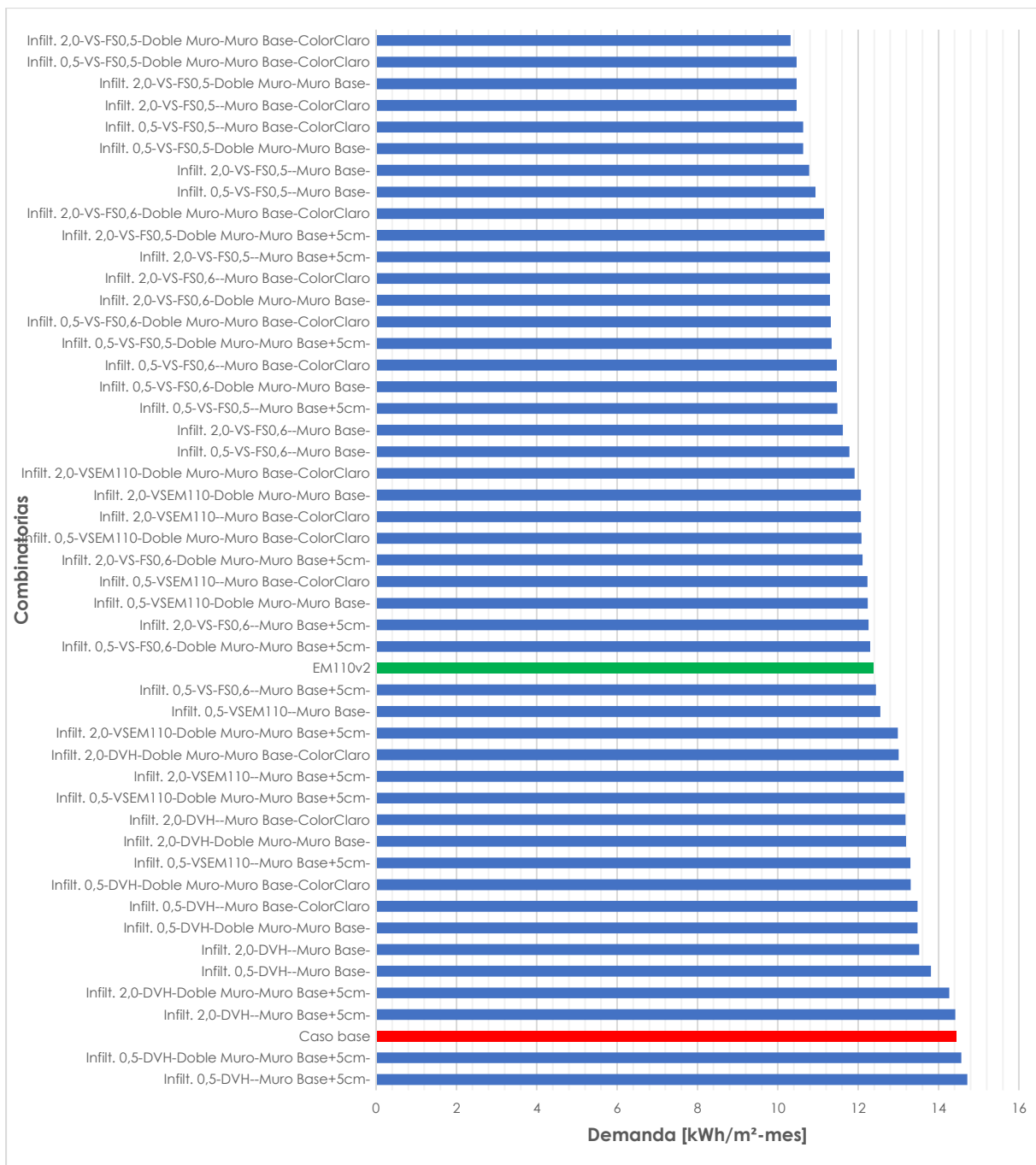


Gráfico 5.6 Piura - Edificaciones de Pequeña Altura

6 Conclusiones

- Sobre el levantamiento de información

Con respecto a levantamiento y reporte de información de consumos de energía de edificios existentes el Ministerio de Energía y Minas de Perú cuenta con reglamentos que establecen las condiciones para realizar auditorías energéticas, por medio del D.S. N° 053-2007-EM, de la Ley N° 27.345 sobre la Promoción del Uso Eficiente de la Energía. En este instrumento se establecen Determinación de indicadores de comportamiento energético para edificaciones del sector público en zonas bioclimáticas cálidas y de la ciudad de Lima

programas sectoriales, entre los que se mencionan que las entidades del Sector Público deberán realizar auditorías energéticas cuando consuman más de 4UIT. Por otra parte, la Resolución N° 186-2016 de MINEM, establece los “Criterios para la Elaboración de Auditorías Energéticas en entidades del Sector Público”. Sin embargo, MINEM no cuenta en la actualidad con un sistema de gestión integral de la información, razón por la que la información no estaba completa al momento de analizar la información que se le hizo llegar al equipo consultor. Es por esto que, en el presente documento se hace una propuesta de mecanismo para mejorar la gestión de la información de las auditorías energéticas para edificios del servicio público del Perú, el cual se describe en el punto 3.1.1 y principalmente incorpora una plataforma web de big-data para disponibilizar y gestionar la información que reporten las diferentes entidades.

Es por esta razón que, a partir de toda la información levantada, sólo se pudo trabajar con información útil de caracterización de 18 edificios e información complementaria, que permitieron definir tipologías representativas para la edificación de servicios públicos en las tres zonas climáticas seleccionadas, estas tipologías se diferenciaron principalmente por altura de la edificación y materialidad.

De los planos analizados se identificaron diferentes tipologías de recintos, diferenciadas por superficies y tipo de uso, y además se analizó la distribución de recintos en las plantas de los edificios, con los cuales se caracterizaron los recintos representativos y la distribución porcentual de las tipologías de recintos climatizados y no climatizados.

De las encuestas y auditorías se observa que falta alguna metodología de verificación si la información entregada es útil, ya que se observó que, de las edificaciones con información, del orden del 30% de ellos presentaba información coherente. Es por esto que se recomendaron algunas verificaciones simples a incluir en las encuestas, las cuales deben ir acompañadas de capacitaciones de llenado por parte de los usuarios en los distintos ministerios. Una alternativa viable y que incorpora ambos puntos; verificación y capacitación, sería la incorporación de plataformas web de llenado de información complementado de videos instructivos de como ingresar la información, donde buscarla y como verificar si lo ingresado es coherente, ya sea en unidades o cantidades.

- **Sobre la Línea Base de Referencia**

A partir de lo anterior, se realizó una propuesta de tipologías de edificación para construir una línea de referencia, considerando criterios como: altura del edificio, materialidades, distribución de recintos, carga de ocupación de personas y equipos, porcentajes de ventanas y zona climática. Con esto se llegó a 6.912 combinaciones, las cuales fueron analizadas energéticamente y con ellas se logró construir la Línea de Referencia propuesta en el presente informe.

Es importante destacar que las condiciones de borde consideradas en este informe pueden generar importantes diferencias en los resultados de los cálculos energéticos de otros instrumentos, como es el caso de los valores actualmente establecidos en el CTCS. En este sentido se recomienda fortalecer la norma EM110 incorporando estándares o criterios adicionales que permitan homologar la posterior evaluación del edificio. En el marco de las atribuciones de MINEM se recomienda oficializar un instructivo a todas las entidades públicas que establezcan condiciones de edificación y operación para edificios de uso público.

Es importante destacar que la línea de referencia calculada es para climatización. En el caso de las líneas de referencia para iluminación y equipos eléctricos, estas no se ven alteradas por la envolvente, por lo que son valores que se mantienen fijos en los análisis. Se reconoce que en el caso de iluminación, este si se puede modificar en base a iluminación natural, sin embargo requiere la incorporación de tecnologías en las luminarias para reconocer iluminación natural, o diferenciación en los circuitos por lo que se ha decidido dejar fijo y binario en para este análisis.

- **Sobre una Propuesta de mecanismo para que las edificaciones públicas puedan calcular y reportar su consumo energético en edificaciones nuevas.**

Como propuesta de mecanismo para cálculo y reporte de energía de edificios nuevos de servicios públicos se propone implementar un sistema de certificación o etiquetado energético que sea administrado por MINEM y que se implemente en el marco normativo del MVCS a partir de lo mandado por el DS 053 -2007-EM que permite la coordinación entre ambas instituciones para incorporar criterios de eficiencia energética en el RNE. Se proponen estándares, metodología de cálculo, metodología de comparación, operatividad, administración, contenido de la certificación y alternativas de cómo mostrar la información. Se entiende que como parte del sistema de etiquetado está la definición de indicadores de desempeño que también se desarrolla en profundidad en el presente documento.

- **Sobre indicadores**

Se realizó una propuesta de indicadores de eficiencia energética concentrando los esfuerzos en los indicadores asociados a reportar energía para climatización, tanto como demanda o consumo, con el fin de mejorar los estándares térmicos de construcción y que permitan mejorar las condiciones de habitabilidad, junto con reducir los impactos ambientales asociados. Estos indicadores primarios se complementaron con indicadores secundarios que no se encuentra relacionados con energía pero que son consecuencia de su consumo, como es el caso del CO_{2e}, o que pretenden cuantificar en el caso local donde existen altos niveles de pobreza energética a través de indicadores distintos, como es el caso de horas de desconfort. Lo anterior generó los siguientes indicadores:

Climatización

- Energía [kWh]:
 - Mostrado como Demanda o Consumo, en Calefacción o Refrigeración, y acumulado por Año o Mes y representado por unidad de superficie o por personas.
- Contaminación [CO_{2e}]:
 - Representado por CO₂ Equivalente proveniente de los combustibles utilizados de manera directa (energía primaria) o de la matriz eléctrica (energía secundaria)
- Desconfort [hrs]:
 - Representado por horas de incumplimiento de las temperaturas confortables o dentro del rango de confort en ausencia o insuficiencia del equipo de climatización.

Iluminación

- Energía [kWh]:

- Mostrado como consumo en base a una potencia instalada y horarios de uso.
- Calidad lumínica: Con el objetivo de satisfacer un confort lumínico se mencionan los siguientes indicadores
 - Iluminancia mínima [lux]
 - Índice de Deslumbramiento (UGR)
 - Rendimiento cromático (IRC)

Equipos de fuerza

- Energía [kWh]:
 - Mostrado como consumo en base a una potencia instalada y horarios de uso.

- **Sobre el Escenario de comparación**

Se realizaron 10.752 nuevas modelaciones a las cuales se les aplicaron ponderaciones basadas en las 6.912 modelaciones iniciales para representar un total de 1.492.992 modelaciones térmicas. Las modelaciones fueron combinadas con el objetivo de representar plantas y edificaciones genéricas subdivididas en las 3 macro tipologías; Edificaciones de Gran Altura, Edificaciones de Mediana Altura y Edificaciones de Baja Altura para las 3 zonas térmicas analizadas. Dichas edificaciones representativas generaron 64 combinaciones de demandas de energía [kWh] para cada zona climática y por cada tipología de edificación, representando 384 edificios en total.

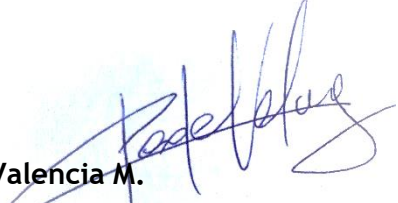
Es interesante identificar que la gran problemática en edificaciones de uso intenso como es el caso de Oficinas en zonas tropicales corresponde a las altas ganancias solares por radiación a través de las superficies vidriadas debido a las decisiones arquitectónicas que diseñan con grandes porcentajes de estas. Como se mostró en los resultados expuestos, mientras no exista un control sobre la ganancia solar a través de las zonas vidriadas, cualquier mejora en la envolvente opaca o en infiltraciones, en vez de mejorar los resultados, los empeora. Lo anterior es debido a que una mejor envolvente dificulta la pérdida de calor acumulado en el interior.

Esto podría concluir erróneamente que mejoras en la piel opaca o control de infiltraciones no aplican para zonas tropicales. Sin embargo, los análisis muestran que, al mejorar el control solar en las superficies traslucidas o al disminuir la superficie vidriada, la acumulación calórica en el interior por efecto radiativo disminuye, por lo que ahora sí es recomendable controlar las infiltraciones o flujos a través de la piel opaca ya que el efecto de las altas temperaturas exteriores también afecta a las superficies opacas.


Este cambio entre beneficio o desventaja en el diseño pasivo de la envolvente resalta la complejidad en resolver el problema de refrigeración a diferencia de su similar, la calefacción, y pone un mayor énfasis en desarrollar herramientas de simulación de mayor precisión, ya que decisiones evaluadas de manera prescriptiva o por separadas y posteriormente combinadas pueden resultar en una peor decisión.

La EM110 en su versión 2022 ha puesto énfasis en controlar la ganancia de radiación solar, lo cual según los análisis realizados es el principal camino, sin embargo, tal como se mostró en los análisis, su complemento con otras mejoras pasivas, correctamente analizadas, también

disminuyen la demanda energética, aportando con nuevas estrategias arquitectónicas para su solución.



Paola Valencia M.
Jefe de proyecto
Gerenta de Sostenibilidad
E3 Ingeniería SpA



Matías Yachan V.
Representante legal
Pp. E3 Ingeniería SpA

dus/pvm/myv

Santiago, enero 2023

7 Glosario

- a) **Condiciones de borde:** Para efectos del desarrollo de una herramienta de cálculo energético de edificación, corresponden a los datos de entrada que permitirán evaluar el comportamiento energético del edificio en condiciones predeterminadas para permitir comparar datos entre los diferentes edificios a evaluar. Los datos de entrada o condiciones de borde que se recomienda queden pre-establecidos son:
- Datos climáticos
 - Archivo con los datos climáticos del lugar a analizar, como temperatura, humedad radiación
 - Datos de operación
 - Horarios de uso de persona, iluminación y otros equipos.
 - Cantidad de persona, iluminación y otros equipos de acuerdo con los diferentes horarios.
 - Cantidad de energía emitida por persona, iluminación y otros equipos.
 - Indicadores de ventilación natural, forzada e infiltraciones.
- b) **Consumo de energía:** Cantidad de energía utilizada para satisfacer la demanda energética para calefacción o refrigeración, dependiendo del rendimiento del sistema de clima. (Bustamante, 2009)
- c) **Demanda de energía:** Es la energía necesaria para mantener en el interior del edificio las condiciones de confort definidas mediante el uso del edificio. Se determina la demanda energética de calefacción, correspondiente a los meses de la temporada de calefacción y la de refrigeración, corresponde a los meses de la temporada de refrigeración. (Energética, 2022)

- d) **Dióxido de carbono equivalente (Co2 eq):** es una medida universal utilizada para indicar en términos de CO₂, el equivalente de cada uno de los gases de efecto invernadero con respecto a su potencial de calentamiento global. Es usado para evaluar los impactos de la emisión (o evitar la emisión) de diferentes gases que producen el efecto invernadero. (Ambiente, 2022)
- e) **Emisiones de CO₂ eq:** El dióxido de carbono (CO₂) es un gas incoloro, inodoro y no venenoso formado por la combustión del carbono y por la respiración de los organismos vivos y se considera un gas de efecto invernadero. Emisiones significa la liberación de gases de efecto invernadero y/o sus precursores a la atmósfera en un área y período de tiempo específicos. Las emisiones de dióxido de carbono o emisiones de CO₂ son emisiones derivadas de la quema de combustibles fósiles. Dióxido de carbono equivalente de CO₂, abreviado como CO₂-eq, es una medida métrica utilizada para comparar las emisiones de varios gases de efecto invernadero sobre la base de su potencial de calentamiento global (GWP), convirtiendo cantidades de otros gases en la cantidad equivalente de dióxido de carbono con el mismo potencial de calentamiento global. Emisiones anuales de CO₂e, expresadas en kg por unidad de superficie acondicionada del edificio se expresa de la siguiente manera: Co2 eq kg /m². (Eurostat, Eurostat statistics-explained, 2022)
- f) **Horas de discomfort:** El indicador de horas de discomfort, tanto sobre la banda de confort como bajo la banda de confort térmico permite cuantificar la cantidad de horas en las que no se está satisfaciendo la condición higrotérmica deseada en condición sin climatización, siendo un indicador del diseño pasivo para las horas de ocupación. (Elaboración propia)
- g) **Motor o herramienta de cálculo energético:** herramientas que permiten calcular o estimar la cantidad de energía necesaria para satisfacer la demanda de energía asociada a un uso típico del objeto evaluado, como la demanda para calefacción y refrigeración de un edificio. (Standard, 2017)
- h) **Motor de cálculo estático:** herramientas simplificadas de cálculo energético, funcionan en régimen estacionario considerando un número limitado de factores. Se utilizan para el etiquetado energético con el fin de comparar los diferentes rendimientos en estándar condición de uso. El software simula solo parcialmente el desempeño real del edificio, ya que no considera los cambios periódicos de temperatura para evaluar la eficiencia energética general. La corrección y precisión de los datos de entrada, por supuesto, tienen una importancia fundamental para determinar los resultados finales. (R.S. ADHIKARI, 2013)
- i) **Motor de cálculo dinámico:** es una herramienta que analiza en detalle las contribuciones de la inercia térmica de los muros, la variabilidad de la temperatura exterior, la radiación solar, la ventilación natural y la gestión de usuarios. Se deben utilizar datos detallados para describir tanto las condiciones climáticas como las propiedades del edificio. (R.S. ADHIKARI, 2013)
- j) **Método de cálculo horario para herramientas de cálculo de energía en edificios:** normado por la ISO 52.016-1 y basado en la norma ISO 52.017-1. El objetivo principal del método de cálculo horario es poder tener en cuenta la influencia de las variaciones horarias y diarias en el clima, el funcionamiento (persianas solares, termostatos, necesidades, ocupación, acumulación, etc.) y sus interacciones dinámicas para

calefacción y refrigeración. La entrada adicional de datos para el usuario en comparación con el método de cálculo mensual se mantiene al mínimo. (Standard, 2017)

- k) **Método de cálculo mensual:** Con el método de cálculo mensual se realiza el balance térmico del edificio o zona térmica del edificio en un intervalo de tiempo mensual. Los efectos dinámicos se tienen en cuenta mediante corrección y factores de ajuste que pueden desarrollarse sobre la base de series de cálculos utilizando los procedimientos de cálculo por hora.
Debido a que las condiciones de uso y los supuestos (p. ej., sobre la cantidad de ventilación) pueden ser diferentes durante los días con necesidades de calefacción y los días con necesidades de refrigeración, se realizan dos cálculos independientes para cada mes: primero, el cálculo de la energía necesaria para calefacción, utilizando el supuesto condiciones de calefacción y, en segundo lugar, el cálculo de la energía necesaria para la refrigeración, utilizando las condiciones supuestas para la refrigeración.
El cálculo mensual de la energía necesaria para calefacción y refrigeración se basa en las mismas suposiciones y condiciones límite que el cálculo horario de la energía necesaria para calefacción y refrigeración. También se utilizan las mismas entradas, en la medida de lo posible, aunque se promedian mensualmente y, cuando corresponde, se corrigen para aproximar el impacto de los efectos y las interacciones dinámicos (por ejemplo, calor recuperable o frío de los sistemas técnicos del edificio, acciones de control) que no están cubiertos por el intervalo de tiempo mensual. (Standard, 2017)
- l) **Pobreza energética:** De esto deriva la definición de pobreza energética a nivel de hogar cuando este no tiene acceso equitativo a servicios energéticos de alta calidad (adecuados, confiables, no contaminantes y seguros) para cubrir sus necesidades fundamentales y básicas, que permitan sostener el desarrollo humano y económico de sus miembros. (Calvo, 2021). Y con respecto a la pobreza energética en climatización se refiere a la incapacidad de satisfacer la cantidad de energía necesaria para mantener la edificación en rangos de confort térmico definidos.

8 Bibliografía

- Ambiente, M. d. (28 de octubre de 2022). <https://sinia.minam.gob.pe/indicadores/emisiones-dioxido-carbono-equivalente>.
- Bustamante. (2009). *Guía de Diseño para la Eficiencia energética en la Vivienda*. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Calvo, R. (2021). *Desarrollo de indicadores de pobreza energética en América Latina y el Caribe*. Santiago: CEPAL.
- Energética, A. C. (28 de Octubre de 2022). [old.acee.cl](http://old.acee.cl/576/propertyvalue-12763.html). Obtenido de <http://old.acee.cl/576/propertyvalue-12763.html>
- Eurostat. (diciembre de 2022). *Euurostat statistics-explained*. Obtenido de https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Carbon_dioxide_equivalent
- Eurostat. (Dic de 2022). *Euurostat statistics-explained*. Obtenido de https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Carbon_dioxide_equivalent
- R.S. ADHIKARI, E. L. (2013). Static and Dynamic Evaluation Methods for Energy . *PLEA 2013* .

Standard, I. (2017). *ISO 52016-1 Energy performance of buildings – Energy needs for heating and cooling, internal temperatures and sensible and latent heat loads. Part 1: Calculation procedures*. Ginebra: International Standard.

Urbanismo, M. d. (2016). *Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas, Tomo II, Energía*. Santiago.

9 Anexos

9.1 Anexo 1

Detalle de Información sobre caracterización energética de edificios entregada por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) del Perú.

9.1.1 Carpeta 01. Diagnósticos_DGEE_2016

Carpeta /archivos	Subcarpeta /archivo	Archivo	Contenido /pestaña
Encuestas recibidas	CULTURA	Consumo energía 2015	Notas
		1 edificio	Descripción
			Identificación y ubicación - Encuesta 0
			Consumos de electricidad y agua -Encuesta 1
			Consumo de combustibles fósiles - Encuesta 2.1 (solo hospitales)
			Uso de energía y equipos- lámparas y equipos de A.A. - Encuesta 3
		Uso de energía y equipos - Otros equipos - Encuesta 4	
	MINAGRI	AGROIDEAS	NO
	2015	MINAGRI	38 edificios a revisar, principalmente con encuesta 1
			19 edificios, principalmente con encuesta 1
		PEDAMAALC	1 edificio a revisar, principalmente con encuesta 1
		PEDICP	1 edificio a revisar, principalmente con encuesta 1
		PROYECTO ALTO HUALLAGA	1 edificio a revisar
		SERFOR	1 edificio a revisar, principalmente con encuesta 1
	MINAM	Medio ambiente	10 edificios en encuesta 0 y poca información en encuesta 1
	MINCETUR	Sede central	1 edificio a revisar, principalmente con encuesta 1
		Varias Sedes	3 edificios, principalmente con encuesta 1
	PCM	PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE	1 edificio a revisar, principalmente con encuesta 1
	PRODUCE	A comer Pescado	1 edificio a revisar, principalmente con encuesta 1
		Imarpe	1 edificio a revisar, principalmente con encuesta 1
INNOVATE		2 edificios a revisar, principalmente con encuesta 3 y 4	
INNOVATEC		2 edificios a revisar, principalmente con encuesta 1, 3 y 4	
ITP		1 edificio a revisar, principalmente con encuesta 1,2,3 y 4	
	PRODUCE	2 Planillas con consumo de energía, agua y papel desde enero a septiembre 2016	
TRABAJO		1 edificio a revisar, principalmente con encuesta 1	
VIVIENDA	OTASS	1 edificio a revisar, principalmente con encuesta 1	
Informe	MINAGRI	Informe 1-2016	10 sedes - Informe de encuestas
		Informe 3-2016	10 sedes - Informe de encuestas -
	MINCETUR	Informe 1-2016	1 sede Informe de encuestas -
	MINTRA	Informe 1-2016	1 sede Informe de encuestas -
		Archivo: Encuesta base de datos final 4	Reporte_electric Reporte_agua Reporte_hidro Reporte_lámparas Reporte_aire_acondicionado A.E.(Electroc_hidro) BD_Consumo_Electroc Total codigos eléctricos BD_consumo_agua BD_consumo_hidro BD_Equipos y Lámparas BD_Equipos_aire_acond BD_Otros_artef T_Instituc 1.0Ministerio Ok 1.1 1.1 Tipo de energía 1.2 tipo de uso agua 1.3 tipo de uso hidro 1.4 tipo de combustible 2.1 tipo de lámpara 3.1 tipo de A.A 3.2 Tipo de capacidad Tipo de artefacto
		Archivo: Encuesta base de datos final 4 2015	Idem anterior
		Archivo: Encuesta base de datos final 4 2016	Idem anterior

9.1.2 Carpeta 02. Estudios de Auditorías_BD Electricidad

Carpeta	Subcarpeta	Archivo	Contenido/pestaña
Carpeta: Anexo 3 - Base de datos MySql-003	BK_260421	archivos con extensión .sql	
Anexo 4- consumos de energía sector Público 2017-2019		36 archivos de datos de consumo de energía (datos mensuales de tres años de más de 39.000 edificios)	mes del año 2017 o 2018 o 2019
			TD
			>4UIT
		2021-04-30 Entregable 2 - Elaboración línea base V4	Servicio de consultoría para desarrollar una línea base y establecer una hoja de ruta para la implementación de auditorías energéticas en el sector público en el Perú
		2021-04-30 Respuesta a observaciones Entregable 2	
		Anexo 2 - Listado de entidades del sector público utilizado	Listado completo / 2939 SEDES
			RUC sin duplicados / 2906 SEDES
			Entidades sin RUC / 164 SEDES
		Anexo 5 - Análisis de archivos de ventas y empresas identificadas	Empresas RD19-02
			Archivos dañados
			ResumenDañados
			Empresas todas SecPub
		Anexo 6 - Resumen entidades 4UIT	Resumen empresas
			2017Meses>4UIT
			2018Meses>4UIT
			2019Meses>4UIT
			Entidades carac.
			Resum2017
			Resum2018
			Resum2019
Total			
		Anexo 7 - Análisis por sedes	%
			2018-12 sedes
			Suministros
			TD Sedes
			Sedes 1-10
			Sedes 11-30
			Sedes 31-50
			Sedes 51-100
			Sedes 101-500
			Sedes >500
		Resumen sedes	

9.1.3 Carpeta 03. Información MVCS

Carpeta /archivos	Archivo
Analisis Sensibilidad Jun2016	Análisis de sensibilidad para la definición de estándares del Código Técnico de Construcción Sostenible de Perú. (Desarrollado por el IFC, POCH y Factor CO2) para 5 ciudades de Perú
Código - CTCS	Código Técnico de Construcción Sostenible
Proyecto de Norma EM110	NORMA TÉCNICA EM.110, ENVOLVENTE TÉRMICA DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

9.1.4 Carpeta 04. Auditorías Energéticas

Carpeta /archivos	Subcarpeta
Auditoría Energética CGE 2019	2019-09-30 Entregable 3 - Auditoria H2M-CGEP v1 (2)
	Anexo R_ Analisis Tecnico Economico CGE CONCORRECCIONES
	Anexos auditoría Energética Cuartel General
Auditoría Energética FONAFE 2019	Auditoría Energética FONAFE 2019
	2020-01-08 Anexo Lineamientos MRV Subsector Administrativo
	Anexos FONAFE
Auditoría Energética FONAFE 2021	ANEXO C1 - Información reportada FONAFE
	ANEXO C2 - Inventario y Distribución de Cargas según uso
	ANEXO C3 - Fotos de las instalaciones - Campaña de Mediciones
	ANEXO C4 - Consumo histórico de energéticos
	ANEXO C5 - Análisis de Mejoras y Mediciones realizadas
	ANEXO C6 - Cotizaciones y especificaciones técnicas de equipos
	ANEXO C7 - Recomendaciones Generales y Cursos de Capacitación
ANEXO C - AUDITORIA FONAFE_GIZ03junVF	
Auditoría Energetica MINEM 2014	ANEXO A RELACION DE CUADROS
	ANEXO B RELACION DE REGISTROS Y DIAGRAMAS DE CARGA
	ANEXO C DIAGRAMA UNIFILAR ELECTRICO - MINEM
	ANEXO D EVALUACION DE CALIDAD DE ENERGIA - MINEM
	ANEXO G RECOMENDACIONES PARA EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA Y AGUA
	ANEXO H PLANES DE GESTION ENERGETICA
Auditoría Energética MINEM 2021	ANEXO B1 - Información reportada MINEM
	ANEXO B2 - Distribución y perfil de cargas total y mediciones
	ANEXO B3 - Planos de arquitectura y eléctricos proporcionados por la entidad
	ANEXO B4 - Consumo histórico de energéticos
	ANEXO B5 - Análisis de Mejoras y Mediciones realizadas
	ANEXO B6 - Cotizaciones y especificaciones técnicas de equipos
	ANEXO B7 - Recomendaciones Generales
	ANEXO B8 - Implementación de un sistema fotovoltaico
ANEXO B AUDITORIA MINEM_03jun_VF	
Auditorías Energéticas KEA 2015	informe_auditoria_MINEM

9.1.5 Carpeta 05. Encuestas hábitos

CARPETA CON INFORMACIÓN	INFORMACIÓN GENERAL	CONTENIDO
05. Encuestas hábitos	PPT "Estudio de Hábitos de consumo de energía en el sector público, productivo y de servicios y oferta de equipos eléctricos eficientes"	Sector público (Presentación de Estadísticas)
	Resumen Ejecutivo de informe ""ESTUDIO DE PPT Resultados encuesta habitos sectores peru	Sector Comercio y Servicios (Presentación de Estadísticas) Sector Productivo No Minero (Presentación de Estadísticas) Sector Minero (Presentación de Estadísticas)

9.1.6 Carpeta 06. MRV Auditorías Energéticas

CARPETA CON INFORMACIÓN	INFORMACIÓN GENERAL
06. MRV Aud. energét	Informe "Implementación del Sistema de MRV para Auditorías Energéticas en el Sector Público"
	Excel para la estimación de costos de medidas a implementar en el sistema MRV
	Base de datos para campaña de ahorro de energía sector público - jefes de OGA

9.1.7 Carpeta 07. Informes Ecoeficiencia

CARPETA CON INFORMACIÓN	INFORMACIÓN GENERAL
07. Inf. Ecoef	Informe Anual de ecoeficiencia 2016
	Informe Anual de ecoeficiencia 2015
	Informe Anual de ecoeficiencia 2014
	Informe Anual de ecoeficiencia 2013
	Informe Anual de ecoeficiencia 2012
	Informe Anual de ecoeficiencia 2011
	Informe Anual de ecoeficiencia 2010
	Informe Anual de ecoeficiencia 2009

9.2 Anexo 2

Base de datos y caracterización de edificios públicos

Ministerio/Institución	Ciudad	Zona Bioclimática	Cant. De pisos	Altura	superficies	Planimetría	Cantidad de usuarios	Consumo energético	Información de equipos de clima	Información de equipos de iluminación	Morfología	Distribución y tipo de recintos	elevaciones	cortes	Fotos
			(si/no)		(si/no)	(si/no)	(si/no)	(si/no)	(si/no)	(si/no)	(si/no)	(si/no)	(si/no)	(si/no)	(si/no)
Ministerio de Comercio Exterior y Turismo	Lima	Desértico Costero	Si-17	Gran Altura	Si	Si	si - más de 400	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	si
Ministerio del Ambiente	Lima	Desértico Costero	Si- 4	Mediana Altura	Si	Si	si - 36	Si	Si	Si	Si	No	No	No	si
Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo	Lima	Desértico Costero	Si - 12	Gran Altura	Si	Si	si - más de 2000	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
Ministerio de la Producción	Lima	Desértico Costero	Si	Gran Altura	No	Si	si - más de 300	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	si
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Lima	Desértico Costero	Si - 15	Gran Altura	Si	Si	si - 890	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No
Ministerio de Cultura	Lima	Desértico Costero	Tres Edif, de 3, 5 y 7 pisos	Gran Altura	26315	No	si-1235	si	si	si	no	no	no	no	no
OTASS	Lima	Desértico Costero	3	Mediana Altura	109	no	33	si	si	si	no	no	no	no	no
MINAGRI-Administración	Lima	Desértico Costero	3	Mediana Altura	no	no	si-400	si	Si	si	no	no	no	no	no
MINAGRI-Alta Dirección	Lima	Desértico Costero	no		2050	no	si-55	si	si	si	no	no	no	no	no
MINAGRI-Bolívar	Lima	Desértico Costero	1	Baja Altura	500	no	si-56	si	si	si	no	no	no	no	no
MINAGRI-DGIAR	Lima	Desértico Costero	2	Baja Altura	827	no	si-24	si	si	si	no	no	no	no	no
MINAGRI-PEAH	Leoncío Prado	Sub Tropical húmedo	2	Baja Altura	30	no	no	si	si	si	no	no	no	no	no
MINAGRI-SERFOR	Lima	Desértico Costero	12	Gran Altura	3000	no	si-460	si	si	si	no	no	no	no	no
Ministerio de la Producción - A comer Pescado	Lima	Desértico Costero	2	Baja Altura	320	no	si-48	si	si	si	no	no	no	no	no
Ministerio de la Producción - IMARPE	Lima	Desértico Costero	7	Gran Altura	4777	no	no	si	si	si	no	no	no	no	no
Ministerio de la Producción - ITP	Lima	Desértico Costero	2	Baja Altura	4000	no	si-310	si	si	si	no	no	no	no	no
Cuartel General	Lima	Desértico Costero	8 Pisos, 1 sotano, 1 azotea	Gran Altura	si	si	no	si	si	si	si	no	no	no	no
FONAFE	Lima	Desértico Costero	18, 1 sotano y 1 terraza	Gran Altura	9338	no	si	si	si	si	no	no	no	no	si
MINEM	Lima	Desértico Costero	3, 1 sotano y 1 terraza	Mediana Altura	18848	si	si	si	si	si	no	no	no	no	si

9.3 Anexo 3

Encuesta de Caracterización arquitectónica y energética de edificios de uso público propuesta.

Construcción de indicadores de comportamiento energético en edificaciones del sector público de Perú



Instrucciones: Favor de llenar la información solicitada en las celdas amarillas y seleccionar opción en celdas verdes.

CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO

1. IDENTIFICACIÓN

Ministerio: _____

Institución: _____

2. UBICACIÓN

Calle: _____ Distrito: _____

Provincia: _____ Departamento: _____

Denominación del edificio: _____ Año de construcción: _____

3. PERSONAL DE CONTACTO

Persona de contacto: _____ Cargo: _____

Teléfono: _____ E-mail: _____

Unidad o Departamento: _____

4. PERFIL DE OCUPACIÓN

	Lunes a Viernes		Sabado y Domingo	
	Desde	Hasta	Desde	Hasta
Horarios típicos diarios	8:00	18:00	9:00	14:00
Días a la semana que se trabajan	7x0			
Meses al año trabajados:	12			

Seleccionar horario de ingreso y salida de personal
Seleccionar días de la semana x días de fin de semana
Seleccionar cantidad de meses del año que el edificio está en uso

Uso Principal del Edificio: Seleccionar tipo de uso principal del edificio

5. CARACTERIZACIÓN ARQUITECTÓNICA

Definir cantidad de pisos, superficie útil interior y altura del piso correspondiente. Sólo completar celdas amarillas.

Superficie útil por piso	Cantidad []	[m2]	Altura
Piso 1	1		
Piso Tipo 1			
Piso Tipo 2			
Piso Cubierta	1		

Superficie construida útil total: _____

Superficie Climatizada total: _____

Definir la superficie total del edificio que cuenta con climatización

Tipo de pareamiento Edificación: _____ Seleccionar tipo de pareamiento del edificio

Materialidad de la envolvente

Seleccionar materialidad de la envolvente del edificio

	Materialidad	Aislación
Muros Exteriores principales	Ladrillo	No tiene
Muros Exteriores secundarios		
Piso contra terreno	Hormigón Armado	No tiene
Cubierta	Liviano	No tiene

Ventanas

Seleccionar características principales de las ventanas

	Tipo Cristal	¿Se abren?	Material Marco
	de un vidrio	Si	Aluminio

6. PLANIMETRÍA

Seleccionar la opción si se entrega o no planimetría y fotografías del edificio

En caso de existir hacer llegar a Ministerio de Energía y Minas:

Plantas de arquitectura	Si
Elevaciones de arquitectura	Si
Cortes de arquitectura	Si
Plano de emplazamiento	Si
Planos de especialidad Climatización	No
Planos de especialidad Iluminación	Si
Fotografías exteriores	Si
Fotografías interiores	No

9.4 Anexo 4

Edificios con información de consumos de energía totales y potencia en climatización

MINISTERIO	INSTITUCIÓN	SEDE	Consumo diario	Potencia	Energía Eléctrica	Energía estimada	% estimación consumo
			climatización [kW]	iluminación [kW]	total [kWh-año]	Climatización [kWh]	clima /Energía
Ministerio de Cultura	MINISTERIO DE CULTURA	SEDE CENTRAL	3.767	208	5.154.501	685.583	13%
Ministerio de Agricultura y Riego	MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO	SEDE - ALTA DIRECCIÓN	2.965	24	297.885	539.579	181%
Ministerio de Agricultura y Riego	MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO	SEDE - ADMINISTRACIÓN	5.125	32	592.808	932.786	157%
Ministerio de Agricultura y Riego	MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO	SEDE - GARITAS DE CONTROL DE ANÓN	5.125	32	1.267	932.786	73622%
Ministerio de Agricultura y Riego	MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO	SEDE-PROCURADURIA	234	4	29.547	42.671	144%
Ministerio de Agricultura y Riego	MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO	SEDE-YAUYOS	610	73	421.641	110.945	26%
Ministerio de Agricultura y Riego	PROYECTO ESPECIAL DE DESARROLLO INTE	SEDE CENTRAL	694	5	109.908	126.307	115%
Ministerio de Agricultura y Riego	Ministerio de Agricultura y Riego	LA MOLINA	808	-	562.741	147.056	26%
Ministerio de Agricultura y Riego	Ministerio de Agricultura y Riego	CERCADO DE LIMA	40	-	345.763	7.280	2%
Ministerio de Agricultura y Riego	Ministerio de Agricultura y Riego	PUEBLO LIBRE, JESUS MARIA, MIRAFLORES, S/	120	-	225.471	21.840	10%
Ministerio de Agricultura y Riego	SENASA	SEDE CENTRAL	1.920	-	1.679.510	349.440	21%
Ministerio de Agricultura y Riego	ANA	SEDE CENTRAL	990	-	394.499	180.180	46%
Ministerio de Comercio Exterior y Turismo	MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO	SEDE CENTRAL	1.256	60	1.017.057	228.660	22%
Ministerio de Comercio Exterior y Turismo	COPESCO	SEDE CENTRAL	59	-	68.645	10.738	16%
Ministerio de Comercio Exterior y Turismo	CENFOTUR	SEDE CENTRAL	182	-	368.532	33.124	9%
Ministerio de Comercio Exterior y Turismo	PROMPERU	TODAS LAS SEDES	306	-	365.517	55.692	15%
Ministerio de Defensa	COMANDA	SEDE CENTRAL	134	-	100.442	24.388	24%
Ministerio de Defensa	IGN	SEDE CENTRAL	254	-	277.222	46.228	17%
Ministerio de Defensa	Escuela Nacional de Marina Mercante Alh	SEDE CENTRAL	194	-	44.317	35.308	80%
Ministerio de Defensa	SIMA PERÚ	SEDE CENTRAL	1.158	-	4.974.212	210.756	4%
Ministerio de Defensa	Ministerio de Defensa	SEDE CENTRAL	336	-	1.317.065	61.152	5%
Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social	JUNTOS	LORETO	24	-	41.104	4.368	11%
Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social	JUNTOS	SAN MARTIN	63	-	9.700	11.466	118%
Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social	JUNTOS	PIURA	64	-	15.317	11.648	76%
Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social	JUNTOS	LORETO YURIMAGUAS	64	-	7.158	11.648	163%
Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social	Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social	SEDE CENTRAL	472	-	440.091	85.904	20%
Ministerio de Economía y Finanzas	PROINVERSIÓN	SEDE CENTRAL	640	-	471.761	116.480	25%
Ministerio de Economía y Finanzas	Ministerio de Economía y Finanzas	SEDE CENTRAL	1.480	-	2.368.201	269.340	11%
Ministerio de Economía y Finanzas	COSE	SEDE CENTRAL	547	-	1.242.970	99.554	8%
Ministerio de Economía y Finanzas	SMV	SAN SIDRO	404	-	97.399	73.528	75%
Ministerio de Economía y Finanzas	SMV	SAN BORJA	404	-	198.857	73.528	37%
Ministerio de Economía y Finanzas	ONP	SEDE CENTRAL	444	-	1.126.185	80.808	7%
Ministerio de Economía y Finanzas	SUNAT	SEDE CENTRAL	9.008	-	9.296.370	1.639.456	18%
Ministerio de Justicia y derechos Humanos	Ministerio de Justicia y derechos Humanos	SEDE CENTRAL	1.376	-	777.109	250.432	32%
Ministerio de la Producción	PROGRAMA NACIONAL DE INNOVACIÓN	SEDE CENTRAL	324	6,2	67.240	59.044	88%
Ministerio de la Producción	FOMENTO A CONSUMO HUMANO DIRECTO SEDES - OFICINAS ADMINISTRATIVAS		59	4	36.519	10.734	29%
Ministerio de la Producción	INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ	SEDE CENTRAL - IMARPE	2.244	53	911.357	408.408	45%
Ministerio de la Producción	FONDEPES	SEDE CENTRAL	128	-	53.709	23.296	43%
Ministerio de la Producción	IMARPE	SEDE CENTRAL	212	-	304.044	38.584	13%
Ministerio de la Producción	IIP	SEDE CENTRAL	265	-	298.037	48.230	16%
Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo	MINISTERIO DE TRABAJO Y PROMOCION DE EDIFICIO PRINCIPAL		1.148	152	2.255.947	208.845	9%
Ministerio de Transportes y Comunicaciones	SUTRAN	SEDE CENTRAL	80	-	1.751.546	14.560	1%
Ministerio de Transportes y Comunicaciones	ENAPU	SEDE CENTRAL	96	-	495.348	17.472	4%
Ministerio de Transportes y Comunicaciones	AATE	SEDE CENTRAL	392	-	179.199	71.344	40%
Ministerio de Transportes y Comunicaciones	APN	SEDE CENTRAL	66	-	285.029	12.012	4%
Ministerio de Transportes y Comunicaciones	PROVIAS NACIONAL	SEDE CENTRAL	488	-	49.641	88.816	179%
Ministerio de Vivienda Construcción y Sanidad	ORGANISMO TECNICO DE LA ADMINISTRACION GERMAN SCHREIBER		35	3	19.538	6.401	33%
Ministerio de Vivienda Construcción y Sanidad	Ministerio de Vivienda Construcción y Sanidad	SEDE CENTRAL	440	-	279.385	80.080	29%
Ministerio de Vivienda Construcción y Sanidad	FONDO MIVIVIENDA	SEDE CENTRAL	256	-	134.173	46.592	35%
Ministerio de Vivienda Construcción y Sanidad	SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE BIENES	SEDE PASEO LA REPUBLICA	128	-	785.376	23.296	3%
Ministerio de Vivienda Construcción y Sanidad	COFOPRI	SEDE PASEO LA REPUBLICA	448	-	1.663.207	81.536	5%
Ministerio del Ambiente	MINISTERIO DEL AMBIENTE	SEDE - JAVIER PRADO	6.095	64	801.899	1.109.341	138%
Ministerio del Ambiente	Ministerio del Ambiente	SEDE CENTRAL	1.162	-	412.873	211.484	51%
Ministerio del Ambiente	SENACE	SEDE CENTRAL	1.704	-	8.585	310.128	3613%
Ministerio del Ambiente	OEFA	OEFA VI - Calle Manuel González Olaeche	2.196	-	2.493	399.672	16033%
Ministerio del Ambiente	IGP	SEDE CAMACHO	156	-	64.362	28.392	44%
Ministerio del Ambiente	IGP	JICAMARCA	232	-	765.274	42.224	6%
Ministerio del Ambiente	IGP	SEDE CENTRAL - MAYORAZGO	396	-	280.097	72.072	26%
Presidencia del Consejo de Ministros	SUNASS	SEDE CENTRAL	240	-	365.369	43.680	12%
Presidencia del Consejo de Ministros	INDECI	SEDE CENTRAL	448	-	193.770	81.536	42%
Presidencia del Consejo de Ministros	OSITRAN	SEDE CENTRAL	30	-	260.039	5.460	2%
Presidencia del Consejo de Ministros	CONABI	SEDE CENTRAL	18	-	45.149	3.276	7%
Presidencia del Consejo de Ministros	INEI	SEDE CENTRAL	560	-	1.032.633	101.920	10%

Potencias lumínicas por superficie

Ministerio	Sede	Pot lumínica encuestas W/m ²	Pot lumínica BD01-BD03 W/m ²
Ministerio Comercio Exterior		7	10
Ministerio Producción	SEDE CENTRAL PRODUCE	15	1
Ministerio Ambiente	JPO 1440 - Ex COP	11	135
Ministerio Vivienda	COMERCIO METROPOLITANO	82.796	-
Ministerio Trabajo	SEDE CENTRAL DEL MIPE	5.510	4.105
Ministerio Cultura	CULTURAL	13	13
OTASS	GERWAN SCHREIBER 210	37	37
Minagri Administración		12	12
Minagri Bolívar		23	-
Minagri DGIAR		182	-
Minagri PEAH	PEAH	68	-
Minagri SERFOR	BLOQUE A	70	-
Produce ACP	OFICINAS ADMINISTRATIVAS	54	54
Produce IMARPE	SEDE CENTRAL DEL INSTITUTO DEL MAR DEL PERU	55	-
Produce ITP	ITP	56	-
Auditoría CGEP		0	-
Auditoría FONAFE		5	-
Auditoría MINEM		2	-