

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

“Plan de proyecto de certificación EDGE en los diseños y construcciones de entidades financieras, para la empresa JASSATELECOM”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Diego Rafael Rivera Bedón

James Ariel Toapanta Cabascango

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

A Dios, a mi familia y en especial a mis queridos padres Anita y Oracio, quienes me apoyaron incondicionalmente en esta etapa de mi vida, me enseñaron la importancia del trabajo duro y me formaron con valores de responsabilidad, honor y compromiso.

Diego Rafael Rivera Bedón

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por darme la fuerza para seguir avanzando pese a las dificultades, a los amigos que me acompañaron durante mi formación académica, a mi abuelita Rosario por haber sido parte fundamental en mi vida, a mis hermanos Elkin, Thalía e Irene por su inmenso cariño, y en especial a mis padres Ramiro Toapanta y Alegría Cabascango por su sacrificio, amor y apoyo incondicional en todo momento de mi formación profesional.

A mi compañero y amigo Diego Rivera por su predisposición, apoyo y profesionalismo en el trabajo realizado.

James Ariel Toapanta Cabascango

AGRADECIMIENTOS

Nuestros más sinceros agradecimientos al M.Sc. Cristian Alfonso Salas Vázquez, tutor de Conocimiento, quien, con su experiencia, paciencia y profesionalismo, supo guiarnos durante el desarrollo de este proyecto.

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral, por abrirnos las puertas de una formación académica de alto nivel.

A la empresa JASSATELECOM y en especial al Arq. Jonathan García por la predisposición al permitirnos realizar este proyecto.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Diego Rafael Rivera Bedón* y *James Ariel Toapanta Cabascango* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Diego Rafael Rivera
Bedón



James Ariel Toapanta
Cabascango

EVALUADORES

.....
Ph.D. Miguel Ángel Chávez Moncayo

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
M.Sc. Cristian Alfonso Salas Vázquez

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

La industria de la construcción, es causante de una tercera parte de las emisiones de GEI y el consumo de energía eléctrica en calefacción, refrigeración e iluminación de edificios, produce el 38% de emisiones de CO₂ a nivel mundial. Para contrarrestar estos efectos sobre el medio ambiente, se han implementado certificaciones de construcción sostenible, sin embargo, en Ecuador la aplicación de estas certificaciones no es representativa, es por esta razón que en este documento se presenta un manual dirigido a la empresa JASSATELECOM para lograr la certificación EDGE en sus futuros proyectos de oficinas.

Se revisaron las especificaciones y lineamientos de la normativa EDGE y se seleccionaron las medidas de eficiencia aplicables a proyectos de oficinas. Para validar la efectividad de las medidas propuestas, se evaluó un caso de estudio, en donde se modelaron 3 escenarios: A, B y C, obteniendo ahorros de energía de 20.88%, 27.86% y 42.71% respectivamente; ahorros de agua de 7.96% para el escenario A y 23.80% para los escenarios B y C; y ahorros de energía incorporada en materiales de 47.67% para los 3 escenarios.

Las medidas de eficiencia propuestas, son suficientes para alcanzar la certificación EDGE Certified y EDGE Advanced. Comparando con el escenario A, el ahorro en consumo de energía y agua para el escenario B, es de 8.94% y 18.18% respectivamente. Para el escenario C se estima un ahorro de energía de 26.99%. Para alcanzar la certificación EDGE Certified y EDGE Advanced, se requiere una inversión adicional de 4.94% y 10.62% respectivamente.

Palabras Clave: Construcción sostenible, certificación EDGE, entidades financieras, zonas climáticas, medidas de eficiencia.

ABSTRACT

The construction industry is the main cause of the third part of GHG emissions and worldwide the consumption of electrical energy used for heating, lighting, and cooling buildings produces 38% of carbon dioxide. To counteract those effects of the environment, sustainable construction certifications have been implemented, however, in Ecuador the application of these certifications is not representative, for that reason, this document presents a manual to the JASSATELECOM company to achieve EDGE certification in its future office projects.

The specifications and guidelines of the EDGE regulations were reviewed and the efficiency measures applicable to office projects were selected. To validate the effectiveness of the proposed measures, a case study was evaluated, where 3 scenarios were modeled: A, B and C, obtaining energy savings of 20.88%, 27.86% and 42.71% respectively; water savings of 7.96% for scenario A and 23.80% for scenarios B and C; and savings of embodied energy in materials of 47.67% for the 3 scenarios.

The proposed efficiency measures are sufficient to achieve EDGE Certified and EDGE Advanced certification. Comparing the scenario A, the energy and water savings for the scenario B was 8.94% y 18.18% respectively, for the scenario C, it is estimated an energy saving of 26.99%. To achieve EDGE Certified and EDGE Advanced certification, an investment cost increase of 4.94% and 10.62%, respectively, is required.

Keywords: *Sustainable construction, EDGE certification, financial entities, climatic zones, efficiency measures.*

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES	6
RESUMEN	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VIII
SIMBOLOGÍA.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XVII
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Localización	4
1.3 Información básica	4
1.3.1 Entorno	4
1.3.2 Zona Climática.....	4
1.3.3 Disponibilidad de recursos	6
1.4 Objetivos	7
1.4.1 Objetivo General.....	7
1.4.2 Objetivos Específicos.....	7
1.5 Justificación.....	7
1.5.1 Aspectos sociales	8
1.5.2 Aspectos económicos	8
1.5.3 Aspectos ambientales.....	8
1.6 Marco Teórico	9
1.6.1 Sostenibilidad, sustentabilidad y Desarrollo Sostenible.....	9

1.6.2	Aplicación de la sostenibilidad en la construcción.....	11
1.6.3	Certificaciones sostenibles para edificaciones en el mundo.....	13
1.6.4	Certificaciones sostenibles aplicadas en Ecuador.....	16
1.6.5	Beneficios de las certificaciones LEED y EDGE	27
1.6.6	Metodología del software EDGE	28
CAPÍTULO 2.....		33
2.	DESARROLLO DEL PROYECTO	33
2.1	Metodología	33
2.2	Trabajo de campo, laboratorio y gabinete	36
2.3	Análisis de alternativas.....	36
2.3.1	Restricciones	36
2.3.2	Alternativas	38
2.3.3	Selección de la alternativa óptima.....	47
CAPÍTULO 3.....		52
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	52
3.1	Criterios Arquitectónicos de Diseño.....	52
3.1.1	Confort.....	52
3.1.2	Consideraciones constructivas de diseño	53
3.1.3	Elementos arquitectónicos	54
3.2	Requerimientos de diseño según la NEC	56
3.2.1	Orientación del edificio.....	56
3.2.2	Ganancia y protección solar.....	57
3.2.3	Calidad del aire y ventilación	58
3.2.4	Iluminación	58
3.3	Proceso de certificación EDGE	58
3.3.1	Creación del proyecto en la Aplicación EDGE	59

3.3.2	Registro del proyecto en el GBCI y pago de los valores del registro	60
3.3.3	Selección de un Auditor EDGE	60
3.3.4	Envío de solicitud y pago de los valores de la certificación	61
3.3.5	Revisión del proyecto por parte del Auditor EDGE y GBCI	61
3.3.6	Obtención de la Certificación Preliminar o EDGE	63
3.3.7	Tarifa de Certificación	64
3.4	Implementación de medidas de eficiencia	65
3.4.1	Criterios de evaluación EDGE	65
3.4.2	Medidas de eficiencia propuestas para ahorro de energía	67
3.4.3	Medidas de eficiencia propuestas para ahorro de agua	90
3.4.4	Medidas de eficiencia propuestas para ahorro de energía incorporada en materiales	96
3.5	Aplicación de las medidas de eficiencia a un caso de estudio	104
3.5.1	Características generales del proyecto	105
3.5.2	Orientación en el manejo del software y modelado del caso “Tradicional” (Escenario A)	107
3.5.3	Modelado del caso “EDGE Certified” (Escenario B)	121
3.5.4	Modelado del caso “EDGE Advanced” (Escenario C)	127
CAPÍTULO 4		130
4.	EVALUACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO	130
4.1	Análisis energético	130
4.2	Análisis de ahorro de agua	133
4.3	Análisis de ahorro de energía incorporada en materiales	134
4.4	Emisiones de CO2	134
4.5	Análisis económico	137
4.5.1	Presupuesto referencial para caso “Tradicional”	137
4.5.2	Incremento de inversión para caso “EDGE Certified”	138

4.5.3	Incremento de inversión para caso “EDGE Advanced”	149
4.5.4	Tabla comparativa de resultados económicos	156
4.6	Tiempo estimado de recuperación de la inversión.....	158
4.7	Resumen de resultados	159
CAPÍTULO 5		160
5.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL	160
5.1	Objetivos	160
5.1.1	Objetivo General.....	160
5.1.2	Objetivos Específicos.....	160
5.2	Descripción del proyecto	160
5.2.1	Descripción de las fases de un proyecto.....	162
5.3	Línea base ambiental	163
5.3.1	Medio físico	163
5.3.2	Medio biótico	164
5.3.3	Medio humano	165
5.4	Actividades del proyecto.....	165
5.5	Identificación de impactos ambientales	167
5.6	Valoración de impactos ambientales	168
5.6.1	Características de evaluación de la matriz Leopold	169
5.6.2	Cálculo del impacto	169
5.7	Medidas de prevención/mitigación	171
5.8	Conclusiones.....	172
CAPÍTULO 6		173
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	173
	Conclusiones	173
	Recomendaciones	177

BIBLIOGRAFÍA	179
APÉNDICES	185

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
EDGE	Excellence in Design for Greater Efficiencies
PIB	Producto Interno Bruto
ODHE	Observatori de Drets Humans i Empreses a la Mediterrània
BNEE	Balance Nacional de Energía Eléctrica
MIDUVI	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda
IFC	International Finance Corporation
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
PECC	Programa Ecuador Carbono Cero
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method For Buildings
CASBEE	Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
RAE	Real Academia Española
CMMAD	Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo
ONU	Organización de las Naciones Unidas
ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ISO	International Organization for Standardization
GBCI	Green Business Certification Inc.
USGBC	U.S. Green Building Council
GBIG	Green Building Information Gateway
UDLA	Universidad de las Américas
CEN	European Committee for Standardization

ASHRAE	Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings
WWR	Window-to-Wall Ratio
HVAC	Heating Ventilation and Air Conditioning
UNE	Normalización Española
CSN	Consejo de Seguridad Nuclear
VIS	Vivienda de Interés Social
SHGC	Coeficiente de Ganancia de Calor Solar
ACS	Eficiencia del Sistema de Agua Caliente
SRI	Solar Reflectance Index
SR	Solar Reflectivity
TE	Thermal Emittance
EPDM	Ethylene Propylene Diene Monomer
PU	Poliuretano
PIR	Poliisocianurato
PF	Espuma Fenólica
ESP	Poliestireno Expandido
XPS	Poliestireno Extruido
VT	Visible Transmittance
FS	Factor Solar
SC	Solar Coefficient
COP	Coefficient of Performance
VRF	Variable Refrigerant Flow
CFL	Compact Fluorescent Lamps
LED	Light Emitting Diode
CRI	Color Rendering Index
UACJ	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

ACI	American Concrete Institute
AISC	American Institute of Steel Construction
PVC	Cloruro de Polivinilo Extruido
UV	Luz Ultravioleta
SNI	Sistema Nacional Interconectado
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
EsIA	Estudio de Impacto Ambiental
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
SUIA	Sistema Único de Información Ambiental
CCAN	Catálogo de Categorización Ambiental Nacional
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
PMP	Plan de Prevención y Mitigación

SIMBOLOGÍA

\$	Dólares americanos
MJ	Megajoules
GJ	Gigajoules
m	Metros
kg	Kilogramo
W	Vatio
kWh	Kilovatio hora
MWh	Megavatio hora
tCO ₂	Toneladas de dióxido de carbono
s	Segundos
dB	Decibelios
U	Transmitancia térmica
L	Litros
ppm	Partes por millón
R	Resistencia térmica
λ	Conductividad térmica
K	Kelvin
lm	Lúmenes
bar	Bares de presión
psi	Pound per square inch
min	Minutos
HP	Horsepower
V	Voltio
H	Horas
mA	Miliamperio

A	Amperio
Hz	Hertz
°C	Grados Celsius
IA	Valor del impacto ambiental

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Oportunidad de inversión en construcciones sostenibles en Billones de dólares para el período 2018-2030 (IFC, 2019b)	3
Figura 1.2 Evolución del concepto de “Desarrollo Sostenible” (Prieto Sandoval et al., 2017).....	10
Figura 1.3 Criterios de evaluación para certificación LEED (U.S. Green Building Council, 2021).....	17
Figura 1.4 Aeropuerto Seymour de Baltra en Galápagos (GBIG, 2021)	18
Figura 1.5 Corporativo 194, Quito-Ecuador (GBIG, 2021)	19
Figura 1.6 Riocentro El Dorado Guayaquil-Ecuador (GBIG, 2021)	19
Figura 1.7 El Paseo Babahoyo (GBIG, 2021)	20
Figura 1.8 Tipos de edificaciones para certificación EDGE (EDGE, 2021c)	22
Figura 1.9 Edificio Matriz Banco ProCredit (EDGE, 2021a)	24
Figura 1.10 Extensión Parque UDLA (EDGE, 2021a).....	24
Figura 1.11 Conjunto habitacional Praderas de Caranqui, (EDGE, 2021a)	25
Figura 1.12 Hotel Le Parc (EDGE, 2021a)	25
Figura 2.1 Diagrama de flujo aplicado en el desarrollo del proyecto, (Rivera & Toapanta, 2021).....	35
Figura 3.1 Orientación noreste de un edificio (IFC, 2021)	56
Figura 3.2 Definición de orientaciones (NEC, 2011)	57
Figura 3.3 Proceso de certificación EDGE, (EDGE, 2021c).....	59
Figura 3.4 Radiación solar transmitida en función de la transmitancia térmica (U) y tipo de vidrio (Bustamante G. & Rozas U., 2009)	75
Figura 3.5 Posición adecuada del revestimiento de baja emisividad para climas fríos (IFC, 2021).....	76
Figura 3.6 Posición adecuada del revestimiento de baja emisividad para climas cálidos (IFC, 2021).....	76

Figura 3.7 Zona de luz Natural (IFC, 2021)	85
Figura 3.8 Zona de luz natural bajo claraboyas de techo (IFC, 2021).....	88
Figura 3.9 Diagrama Caudal vs presión con y sin equipos reductores. (UACJ, 2018) ..	92
Figura 3.10 Grifería con aireador, (UACJ, 2018)	92
Figura 3.11 Grifería temporizada y con sensor, (UACJ, 2018)	93
Figura 3.12 Inodoros eficientes, (UACJ, 2018).....	94
Figura 3.13 Losa nervada en dos direcciones aliviada (Rivera & Toapanta, 2021)...	98
Figura 3.14 Losa de hormigón tipo Waffle (Lago et al., 2019)	98
Figura 3.15 Losa colaborante Steel Deck (Gholamhoseini et al., 2014)	99
Figura 3.16 Vista frontal del caso de estudio (JASSATELECOM, 2021)	105
Figura 3.17 Ubicación del proyecto (Google Maps, 2022)	105
Figura 3.18 Distribución de espacios en caso de estudio (JASSATELECOM, 2021)..	106
Figura 3.19 Plataforma de software EDGE, (Software EDGE, 2021).....	107
Figura 3.20 Selección del tipo de proyecto a modelar (Software EDGE, 2021)	108
Figura 3.21 Pestaña de diseño para proyectos de oficinas. (Software EDGE, 2021) .	108
Figura 3.22 Datos de ubicación del proyecto (Software EDGE, 2021).....	109
Figura 3.23 Datos de detalle del proyecto, (Software EDGE, 2021)	110
Figura 3.24 Datos constructivos del edificio (Software EDGE, 2021)	110
Figura 3.25 Desglose de áreas y cargas del edificio (Software EDGE, 2021)	111
Figura 3.26 Dimensiones del edificio, (Software EDGE, 2021)	111
Figura 3.27 Sistema HVAC en el software EDGE, (Software EDGE, 2021)	112
Figura 3.28 Uso de combustible de la edificación, (Software EDGE, 2021).....	112
Figura 3.29 Datos climáticos de la ubicación del proyecto, (Software EDGE, 2021) ..	113
Figura 3.30 Pestaña de Ahorro de energía para proyectos de oficinas, (Software EDGE, 2021).....	113
Figura 3.31 Medida EEM01* para caso “Tradicional” (Software EDGE, 2021)	114

Figura 3.32 Medida EEM02 para caso “Tradicional” (Software EDGE, 2021).....	114
Figura 3.33 Medida EEM05* para caso “Tradicional” (Software EDGE, 2021)	114
Figura 3.34 Medida EEM06* para caso “Tradicional” (Software EDGE, 2021)	114
Figura 3.35 Medida EEM08* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)	114
Figura 3.36 Medida EEM09* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)	115
Figura 3.37 Medida EEM13* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)	115
Figura 3.38 Medidas EEM22 y EEM23 para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)	115
Figura 3.39 Medida EEM24 para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021).....	115
Figura 3.40 Medida EEM25 para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021).....	116
Figura 3.41 Ahorro energético obtenido para el caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021).....	116
Figura 3.42 Pestaña de Ahorro de agua para proyectos de oficinas, (Software EDGE, 2021).....	117
Figura 3.43 Medida WEM01 para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021).....	117
Figura 3.44 Medida WEM02* y WEM03* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)	117
Figura 3.45 Medida WEM04* y WEM05* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)	118
Figura 3.46 Medida WEM08* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)	118
Figura 3.47 Ahorro en agua obtenido para el caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)	118
Figura 3.48 Pestaña de Ahorro de energía incorporada en materiales para proyectos de oficinas, (Software EDGE, 2021).....	119
Figura 3.49 Medida MEM01* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021).....	119
Figura 3.50 Medida MEM02* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021).....	119
Figura 3.51 Medida MEM03* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021).....	120

Figura 3.52 Medidas MEM05* y MEM06* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)	120
Figura 3.53 Medida MEM07* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)	120
Figura 3.54 Medida MEM08* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)	121
Figura 3.55 Ahorro en energía incorporada en materiales obtenido para el caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)	121
Figura 3.56 Ahorro de energía obtenido para el caso “EDGE Certified”, (Software EDGE, 2021)	124
Figura 3.57 Ahorro de agua obtenido para el caso “EDGE Certified”, (Software EDGE, 2021)	126
Figura 3.58 Ahorro energético obtenido para el caso “EDGE Advanced”, (Software EDGE, 2021)	129
Figura 4.1 Evolución de los márgenes del Factor de Emisión de CO2 (CTFE, 2019)	135
Figura 5.1 Tipo de permiso ambiental requerido para “Construcción de infraestructura civil” (SUIA, 2021)	162

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Zonas climáticas de las principales ciudades del Ecuador (NEC, 2011)	4
Tabla 1.2 Certificaciones sostenibles a nivel mundial (Guldager & Birgisdottir, 2018) ..	14
Tabla 1.3 Diez certificaciones sostenibles a nivel mundial (Guldager & Birgisdottir, 2018)	15
Tabla 1.4 Proyectos con certificación LEED en Ecuador (GBIG, 2021)	20
Tabla 1.5 Proyectos con certificación EDGE en Ecuador (EDGE, 2021a)	25
Tabla 1.6 Comparación de beneficios entre EDGE y LEED, (Rivera & Toapanta, 2021)	27
Tabla 2.1 Tabla comparativa según los estudios analizados de Perú, Ecuador y Colombia (Rivera & Toapanta, 2021)	48
Tabla 2.2 Matriz para selección de alternativas (Rivera & Toapanta, 2021)	50
Tabla 3.1 Tabla de valores máximos de ruido por actividad o lugar, (NEC, 2011)	52
Tabla 3.2 Reflexión de radiación solar en función del color de la superficie (NEC, 2011)	55
Tabla 3.3 Porcentaje de ventanas para vidrio monolítico según la zona climática y orientación (NEC, 2011)	57
Tabla 3.4 Porcentaje máximo de ventanas con vidrio monolítico $SGCH < 0.85$ y $U < 3.8$	57
Tabla 3.5 Porcentaje máximo de ventanas con vidrio reflectivo $SGCH < 0.4$ y $U < 5.4$	58
Tabla 3.6 Listado de Auditores EDGE acreditador en Ecuador (GBCI, 2021)	60
Tabla 3.7 Precios referenciados para cálculo de tarifa de certificación (GBCI, 2021) ...	64
Tabla 3.8 Medidas de eficiencia energética (IFC, 2021)	65
Tabla 3.9 Medidas de eficiencia de consumo de agua EDGE (IFC, 2021)	66
Tabla 3.10 Medidas de eficiencia en el uso de materiales incluidas en el software EDGE (IFC, 2021)	67
Tabla 3.11 Documentación solicitada para relación ventana-pared (IFC, 2021)	69
Tabla 3.12 Índice de reflectancia solar (SRI) para acabado de techo (IFC, 2021)	70

Tabla 3.13 Documentación requerida para Techo reflectante, (IFC, 2021).....	71
Tabla 3.14 Índice de reflectancia solar (SRI) para paredes exteriores (IFC, 2021)	71
Tabla 3.15 Tipos de aislamiento con espesor necesario para alcanzar un U de 0.45 W/m ² K (IFC, 2021).....	73
Tabla 3.16 Documentación solicitada para aislamiento de techo, suelo/losa y paredes exteriores, (IFC, 2021)	74
Tabla 3.17 Valores de U y SHGC para diferentes tipos de vidrios (IFC, 2021)	77
Tabla 3.18 Documentación solicitada para eficiencia del vidrio (IFC, 2021)	77
Tabla 3.19 Tipos de ventilación natural, (IFC, 2021)	78
Tabla 3.20 Relación entre profundidad de la habitación y la altura del techo (IFC, 2021)	79
Tabla 3.21 Área mínima de apertura para ventilación natural (IFC, 2021).....	79
Tabla 3.22 Documentación solicitada para la ventilación natural, (IFC, 2021).....	79
Tabla 3.23 Coeficiente de rendimiento de sistemas de refrigeración, (IFC, 2021)	81
Tabla 3.24 Documentación solicitada para el sistema de refrigeración, (IFC, 2021).....	82
Tabla 3.25 Descripción de los tipos de lámparas (IFC, 2021).....	83
Tabla 3.26 Tabla de eficiencia para distintos tipos de lámparas, (IFC, 2021)	84
Tabla 3.27 Documentación solicitada para iluminación interna y externa, (IFC, 2021) .	84
Tabla 3.28 Tipos de controles de temporalizador (IFC, 2021)	86
Tabla 3.29 Tipos de detectores de presencia u ocupación (IFC, 2021)	86
Tabla 3.30 Documentación solicitada para los lucernarios, (IFC, 2021)	89
Tabla 3.31 Documentación solicitada para control de factor de potencia (IFC, 2021) ..	90
Tabla 3.32 Documentación solicitada para duchas eficientes, (IFC, 2021).....	91
Tabla 3.33 Documentación solicitada para la construcción de piso inferior, (IFC, 2021)	96
Tabla 3.34 Documentación solicitada para marcos de ventanas, (IFC, 2021)	103
Tabla 3.35 Tipo de acristalamiento, (IFC, 2021)	104

Tabla 3.36 Información básica del proyecto (IFC, 2021)	109
Tabla 3.37 Pintura Viniltex Satinado para la medida EEM03 (Rivera & Toapanta, 2021)	122
Tabla 3.38 Sistema de refrigeración por Aire para la medida EEM13* (Rivera & Toapanta, 2021).....	122
Tabla 3.39 Panel LED para las medidas EEM22 y EEM23 (Rivera & Toapanta, 2021)	123
Tabla 3.40 Sensores de movimiento y luz natural para la medida EEM24 (Rivera & Toapanta, 2021).....	123
Tabla 3.41 Corrector de factor de potencia para la medida EEM32 (Rivera & Toapanta, 2021).....	123
Tabla 3.42 Ducha eficiente para la medida WEM01 (Rivera & Toapanta, 2021)	124
Tabla 3.43 Llave automática para lavabo para las medidas WEM02 y WEM03 (Rivera & Toapanta, 2021).....	125
Tabla 3.44 Inodoro de descarga simple para las medidas WEM04* y WEM05* (Rivera & Toapanta, 2021).....	125
Tabla 3.45 Urinario Quantum para la medida WEM07 (Rivera & Toapanta, 2021).....	125
Tabla 3.46 Grifería tipo monocomando para la medida WEM08* (Rivera & Toapanta, 2021).....	126
Tabla 3.47 SikaFill-5 Maestro para la medida EEM02 (Rivera & Toapanta, 2021)	127
Tabla 3.48 Pintura Duraflex Constructor para la medida EEM03 (Rivera & Toapanta, 2021).....	127
Tabla 3.49 Sistema de Refrigeración tipo VRF para la medida EEM13* (Rivera & Toapanta, 2021).....	128
Tabla 3.50 Panel LED de 100lm/W para las medidas EEM22 y EEM23 (Rivera & Toapanta, 2021).....	128
Tabla 4.1 Resultados EDGE para los escenarios A, B y C (Rivera & Toapanta, 2021)	130

Tabla 4.2 Resultados de ahorro de energía para los diferentes escenarios modelados (Rivera & Toapanta, 2021)	130
Tabla 4.3 Estimación de ahorro económico en consumo de energía según las unidades de negocio CNEL EP (Rivera & Toapanta, 2021)	132
Tabla 4.4 Resultados de ahorro de agua para los diferentes escenarios modelados (Rivera & Toapanta, 2021)	133
Tabla 4.5 Resultados de ahorro de energía incorporada en materiales para los diferentes escenarios modelados (Rivera & Toapanta, 2021)	134
Tabla 4.6 Resultados de emisiones de CO2 para los diferentes escenarios modelados (Rivera & Toapanta, 2021)	134
Tabla 4.7 Resumen de presupuesto referencial para caso “Tradicional” (JASSATELECOM, 2021)	137
Tabla 4.8 Cálculo de incremento de inversión para medida EEM03 implementada en caso “EDGE Certified” (Rivera & Toapanta, 2021)	145
Tabla 4.9 Cálculo de incremento de inversión para medidas EEM22 y EEM23 implementadas en caso “EDGE Certified” (Rivera & Toapanta, 2021)	145
Tabla 4.10 Cálculo de incremento de inversión para medidas EEM24 implementada en caso “EDGE Certified” (Rivera & Toapanta, 2021)	145
Tabla 4.11 Cálculo de incremento de inversión para medidas EEM32 implementada en caso “EDGE Certified” (Rivera & Toapanta, 2021)	146
Tabla 4.12 Cálculo de incremento de inversión para medidas WEM01 implementada en caso “EDGE Certified” (Rivera & Toapanta, 2021)	146
Tabla 4.13 Cálculo de incremento de inversión para medidas WEM02 y WEM03 implementadas en caso “EDGE Certified” (Rivera & Toapanta, 2021)	146
Tabla 4.14 Cálculo de incremento de inversión para medida WEM07 implementada en caso “EDGE Certified” (Rivera & Toapanta, 2021)	147
Tabla 4.15 Cálculo de incremento de inversión para medida WEM08* implementada en caso “EDGE Certified” (Rivera & Toapanta, 2021)	147
Tabla 4.16 Cálculo del costo de certificación EDGE (Rivera & Toapanta, 2021)	147

Tabla 4.17 Resumen de presupuesto referencial para caso “EDGE Certified” (Rivera & Toapanta, 2021)	148
Tabla 4.18 Incremento de inversión para alcanzar el nivel de certificación EDGE Certified (Rivera & Toapanta, 2021)	149
Tabla 4.19 Cálculo de incremento de inversión para medida EEM02 implementada en caso “EDGE Advanced” (Rivera & Toapanta, 2021).....	154
Tabla 4.20 Cálculo de incremento de inversión para medida EEM03 implementada en caso “EDGE Advanced” (Rivera & Toapanta, 2021).....	154
Tabla 4.21 Cálculo de incremento de inversión para medidas EEM22 y EEM23 implementadas en caso “EDGE Advanced” (Rivera & Toapanta, 2021).....	154
Tabla 4.22 Cálculo de incremento de inversión para medida EEM13 implementada en caso “EDGE Advanced” (Rivera & Toapanta, 2021).....	155
Tabla 4.23 Resumen de presupuesto referencial para caso “EDGE Advanced” (Rivera & Toapanta, 2021)	155
Tabla 4.24 Incremento de inversión para alcanzar el nivel de certificación EDGE Advanced (Rivera & Toapanta, 2021)	156
Tabla 4.25 Tabla comparativa de resultados económicos (Rivera & Toapanta, 2021)	157
Tabla 4.26 Ahorro estimado del costo de servicios públicos para los escenarios B y C (Rivera & Toapanta, 2021)	158
Tabla 4.27 Resumen de resultados obtenidos para los escenarios B y C con respecto al caso “Tradicional” (Rivera & Toapanta, 2021)	159
Tabla 5.1 Actividades de un proyecto de construcción de oficinas para entidades financieras que generan impactos ambientales (Rivera & Toapanta, 2021)	166
Tabla 5.2 Árbol de factores para implantación de entidades financieras (Rivera & Toapanta, 2021).....	167
Tabla 5.3 Matriz de identificación de impactos ambientales en las fases de construcción, operación y abandono de entidades financieras (Rivera & Toapanta, 2021)	168
Tabla 5.4 Valoración cualitativa de impactos ambientales según (Tito, 2020)	169

Tabla 5.5 Categorización del impacto ambiental según el valor del impacto (Tito, 2020)	170
Tabla 5.6 Propuesta de medidas de prevención/mitigación de impactos ambientales para una obra de oficinas (Rivera & Toapanta, 2021)	171

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La industria de la construcción aporta alrededor del 3% al Producto Interno Bruto (PIB) a nivel mundial, lo que implica un movimiento económico anual de aproximadamente dos trillones de dólares (ODHE, 2018). En América Latina, las actividades relacionadas con la construcción generan una importante contribución a la economía, especialmente por requerir gran cantidad de mano de obra (Yumbo Chimbo, 2020). En Ecuador, la industria de la construcción es uno de los cinco principales sectores económicos, en 2019 representó un 8.17% del PIB y generó alrededor del 6.1% del total de empleos en el país (Gestión Digital, 2020).

Pese a la atractiva oportunidad de inversión que ofrece la industria de la construcción, este sector, al estar en constante interacción con el medio ambiente, representa un gran impacto ambiental. Las obras civiles transforman el medio natural, utilizan recursos naturales que, en su mayoría, son no renovables y constituye un consumo de energía significativo (Albújar et al., 2019). Alrededor del 40% de la energía eléctrica que se consume en el mundo, es usada exclusivamente para el funcionamiento de edificios, en calefacción, iluminación y refrigeración. Además, una tercera parte de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, son producto de actividades relacionadas a la construcción (Ampratwum et al., 2019). Según el Balance Nacional de Energía Eléctrica (BNEE) 2021, en Ecuador, el 35.26% del total de energía eléctrica es consumida por el sector residencial y un 16.06% por el sector comercial.

La construcción informal en el Ecuador está ligada directamente con el uso inadecuado de recursos naturales y aplicación de técnicas tradicionales que consumen mayor agua y energía durante el proceso constructivo. El 27% de la población ecuatoriana (2.8 millones de personas), residen en construcciones informales y de alto riesgo, es decir, 730000 viviendas son construidas por personas que no tienen un conocimiento adecuado sobre gestión de recursos (MIDUVI, 2017).

Alrededor del 38% de las emisiones de CO₂ a nivel mundial, son producto del consumo de energía durante la construcción y funcionamiento de edificios (Global Alliance for Buildings and Construction, 2020). Teniendo en cuenta que la población va en aumento, la demanda de energía se duplicaría en las próximas décadas y con ello la contaminación ambiental y sus efectos (IFC, 2019b).

En el Acuerdo de París de 2015, se pactó uno de los objetivos más importantes a nivel mundial para contrarrestar los efectos del cambio climático, mantener la temperatura media global menor a 2°C o por debajo de 1.5°C. Además, como medida de mitigación de la contaminación ambiental, se están implementando regulaciones, códigos y certificaciones de construcción sostenible, que permiten el funcionamiento eficiente de los edificios. Sin embargo, según (Global Alliance for Buildings and Construction, 2020) por cada dólar que se invierte en medidas y equipos para alcanzar una mejor eficiencia energética en edificios, se gastan 37 dólares en métodos tradicionales de construcción. Esto evidencia que para alcanzar el objetivo de descarbonizar los edificios antes del año 2050, se requiere de estrategias específicas tanto del sector público como privado.

Ecuador a partir de la cumbre de la tierra de Río de Janeiro en 1992, pone en marcha políticas de desarrollo sostenible, sin embargo, en el ámbito de la construcción, a partir del 2011 se impulsa el diseño y construcción de edificios bajo criterios de sostenibilidad, con la creación de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11 en su capítulo 13: “Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador” y capítulo 14: “Energías Renovables” (Pérez, 2014). Para que Ecuador sea un país productivo y sostenible, el Gobierno actual ha impulsado el Programa Ecuador Carbono Cero (PECC), que busca fomentar un desarrollo económico y social sin comprometer al medio ambiente (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2021).

Una manera de estandarizar y controlar la aplicación de los criterios de sostenibilidad en la construcción, es a partir de certificaciones sostenibles, en la actualidad, existen varios sistemas de certificación internacionales como: LEED, BREEAM, Green Mark, CASBEE, EDGE, Green Star y Green Globe (Ampratwum et al., 2019); sin embargo, la mayoría de estas certificaciones tienen poca aplicabilidad en países de economía emergente, por su complejidad y gran inversión. Ecuador tiene proyectos con certificación LEED y EDGE, sin embargo, al

momento, el sistema EDGE ha tomado valor y fuerza en el mercado nacional por ser fácil, rápida y asequible. Uno de los principales edificios que tiene certificación EDGE es el Edificio Anexo Banco del Pacífico en la ciudad de Guayaquil, el cual tiene un ahorro de 37% en energía, 60% en agua y 78% de energía incorporada en los materiales (EDGE, 2021a).

Las instituciones financieras ven a los edificios sostenibles como una buena oportunidad de inversión, la Corporación Financiera Internacional (IFC) estima que para el año 2030 se alcanzará \$24.7 trillones en inversiones, de los cuales, \$4160.9 billones se espera que sean invertidos en construcciones sostenibles en América del Sur (IFC, 2019b). En este contexto, las construcciones tradicionales al no contar con medidas de eficiencia energética, perderán valor económico ya que las preferencias de los consumidores se inclinan por construcciones verdes.

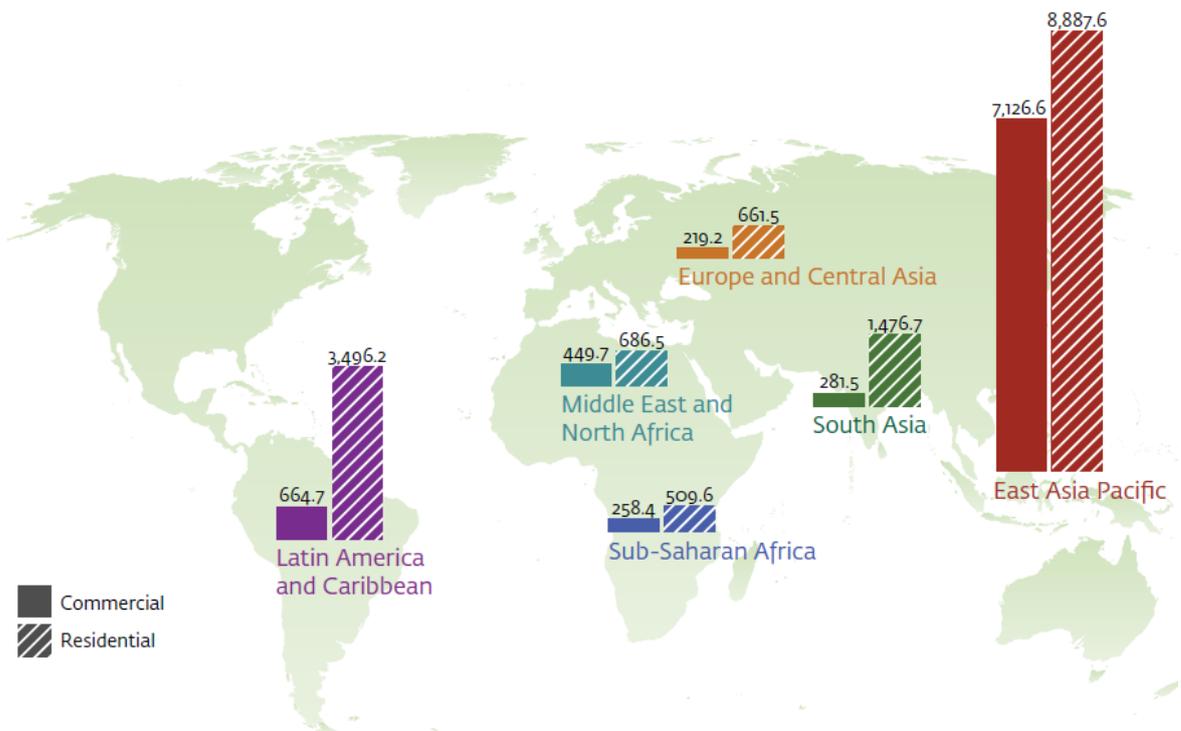


Figura 1.1 Oportunidad de inversión en construcciones sostenibles en Billones de dólares para el período 2018-2030 (IFC, 2019b)

Para aportar a una infraestructura sostenible en el Ecuador y tomando en cuenta los beneficios económicos y ambientales que generan las construcciones sostenibles, la empresa JASSATELECOM busca lograr la certificación EDGE en sus futuras construcciones de entidades financieras.

1.2 Localización

La empresa JASSATELECOM ejecuta proyectos de diseño y construcción de edificios para entidades financieras a nivel nacional, por lo tanto, el presente estudio no tiene una localización específica dentro del territorio ecuatoriano, sin embargo, la aplicación del proyecto estará delimitado por zonas climáticas.

1.3 Información básica

Pese a que el presente proyecto no cuenta con una localización específica, es importante mencionar los aspectos generales que se deben tomar en cuenta para la construcción sostenible.

1.3.1 Entorno

Durante el proceso de diseño, se debe analizar y justificar las implicaciones que tendrá la construcción para la población del sector, es por esto que un desarrollo sostenible se logra desde una adecuada planificación urbana.

“En el diseño o reforma sustancial de una edificación se debe realizar un análisis del entorno social, cultural, geológico, de vegetación, climatológico, patrimonial, histórico y ancestral” (NEC, 2011).

1.3.2 Zona Climática

Para iniciar con el diseño de una edificación sostenible se debe tomar en cuenta la zona climática del lugar en donde se ejecutará el diseño, ya que este estudio revelará el posible entorno natural que se tendrá en el proyecto.

La NEC 11, en su capítulo 13, ha agrupado al país en 6 regiones térmicas a partir del mapa de isotermas proporcionado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI (Ver apéndice A). En la siguiente tabla se muestran las zonas climáticas de algunas ciudades del país:

Tabla 1.1 Zonas climáticas de las principales ciudades del Ecuador (NEC, 2011)

Provincia	Ciudad	Zona climática	Descripción	Rango de Temperatura
REGIÓN COSTA				
El Oro	Machala	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)
	Zaruma	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)
	Santa Rosa	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)
Esmeraldas	Esmeraldas	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)

	Quinindé	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)
Guayas	Guayaquil	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)
	Balzar	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)
Los Ríos	Babahoyo	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)
	Quevedo	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)
Manabí	Puerto López	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)
	Portoviejo	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)
	Manta	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)
	Chone	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)
	El Carmen	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)
	Pedernales	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)
REGIÓN SIERRA				
Azuay	Cuenca	ZT4	Continental lluviosa	18-22 (°C)
	Santa Isabel	ZT5	Húmeda calurosa	22-25 (°C)
	Gualaceo	ZT4	Continental lluviosa	18-22 (°C)
Bolívar	Guaranda	ZT3	Continental templada	14-18 (°C)
	Caluma	ZT5	Húmeda calurosa	22-25 (°C)
	Las Naves	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)
Cañar	Azogues	ZT5	Húmeda calurosa	22-25 (°C)
	Cañar	ZT2	Fría	10-14 (°C)
	La Troncal	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)
Carchi	Mira	ZT4	Continental lluviosa	18-22 (°C)
	San Gabriel	ZT3	Continental templada	14-18 (°C)
	Tulcán	ZT2	Fría	10-14 (°C)
Chimborazo	Riobamba	ZT3	Continental templada	14-18 (°C)
	Alausí	ZT4	Continental lluviosa	18-22 (°C)
	Pallatanga	ZT4	Continental lluviosa	18-22 (°C)
Cotopaxi	La Maná	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)
	Latacunga	ZT3	Continental templada	14-18 (°C)
	Zumbahua	ZT2	Fría	10-14 (°C)
Imbabura	Ibarra	ZT4	Continental lluviosa	18-22 (°C)
	Otavalo	ZT3	Continental templada	14-18 (°C)
	Salinas	ZT5	Húmeda calurosa	22-25 (°C)
Loja	Loja	ZT4	Continental lluviosa	18-22 (°C)
	Cariamanga	ZT4	Continental lluviosa	18-22 (°C)
	Alamor	ZT5	Húmeda calurosa	22-25 (°C)
	Catamayo	ZT4	Continental lluviosa	18-22 (°C)
Pichincha	Cayambe	ZT4	Continental lluviosa	18-22 (°C)
	Machachi	ZT2	Fría	10-14 (°C)
	Quito	ZT4	Continental lluviosa	18-22 (°C)
	Los Bancos	ZT5	Húmeda calurosa	22-25 (°C)
Santo Domingo	Santo Domingo	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)
Tungurahua	Ambato	ZT3	Continental templada	14-18 (°C)
	Baños	ZT4	Continental lluviosa	18-22 (°C)

REGIÓN ORIENTE				
Morona Santiago	Macas	ZT5	Húmeda calurosa	22-25 (°C)
	Gualaquiza	ZT5	Húmeda calurosa	22-25 (°C)
	Sucúa	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)
Napó	Tena	ZT5	Húmeda calurosa	22-25 (°C)
	Papallacta	ZT2	Fría	10-14 (°C)
	El Chaco	ZT5	Húmeda calurosa	22-25 (°C)
Orellana	Francisco de Orellana	ZT6	Húmeda muy calurosa	25-27 (°C)
Pastaza	Puyo	ZT5	Húmeda calurosa	22-25 (°C)
Zamora Chinchipe	Zamora	ZT5	Húmeda calurosa	22-25 (°C)
	Zumba	ZT5	Húmeda calurosa	22-25 (°C)

1.3.3 Disponibilidad de recursos

Es esencial que se haga un estudio de disponibilidad de recursos y energía renovable con la finalidad de diseñar y planificar el uso e integración de energía renovable en la edificación, de esta forma se logra una mejor eficiencia energética y un uso adecuado de recursos naturales.

Servicios básicos: es importante que se analice la disponibilidad de servicios básicos como: agua potable, alcantarillado, electricidad, abastecimiento de combustible y recolección de residuos sólidos (NEC, 2011).

Radiación solar: este recurso renovable puede ser usado en la generación de energía eléctrica y constituye una fuente de alta confiabilidad y calidad energética. Los valores de radiación solar para el Ecuador se encuentran en el apéndice A.

Recurso eólico: la energía eólica puede ser utilizada para la generación de energía eléctrica, para ello se requiere análisis de velocidad y dirección del viento.

Recurso geotérmico: la temperatura del suelo puede ser utilizado como una fuente de calor para generación de energía eléctrica. Para verificar la viabilidad de uso de este recurso se requiere realizar una medición de la temperatura del suelo a diferentes profundidades (Hasta 2 metros) y analizar el gradiente de temperatura que se puede utilizar (NEC, 2011).

Recurso hídrico: es indispensable realizar un análisis de recursos hídricos ya que se puede aprovechar la energía potencial y cinética del agua en generación de electricidad, además, se prevén las fuentes de agua para el consumo humano.

Para el estudio de recursos hídricos con fines energéticos se debe realizar como mínimo los siguientes estudios: datos de caudal, topografía, cálculo del potencial hidroeléctrico utilizable y aplicabilidad de equipos y tecnología (NEC, 2011).

Para el aprovechamiento de las fuentes de agua para consumo, se debe analizar la accesibilidad a la fuente, factibilidad del uso de agua lluvia y factibilidad de reutilización del agua (NEC, 2011).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Elaborar un manual de buenas prácticas de construcción sostenible a partir de los lineamientos y especificaciones propuestos, para lograr la certificación EDGE en diseños y construcciones de entidades financieras de la empresa JASSATELECOM.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Socializar los lineamientos, especificaciones y proceso para obtener una certificación EDGE.
2. Analizar y comparar los diferentes niveles de certificaciones EDGE para su aplicación en diseños y construcciones de entidades financieras.
3. Elaborar un manual de buenas prácticas de construcción, dirigido a la empresa JASSATELECOM, con la finalidad de que sus futuras construcciones obtengan certificación EDGE.
4. Aplicar los criterios de ahorro de energía, agua y materiales a una edificación elaborada de manera tradicional, con miras de que cumpla los criterios de certificación EDGE.

1.5 Justificación

Según (U.S. Agency for International Development, 2018), se espera que la construcción se incremente de manera considerable en las próximas décadas, especialmente en los países que experimentan un rápido crecimiento poblacional y urbanístico, sin embargo, este crecimiento debe considerar criterios de sostenibilidad como requisito para su ejecución y funcionamiento. Ecuador forma parte de los países de economía emergente, por lo tanto, se espera que la superficie de construcción aumente y con ello las oportunidades de inversión. Es

importante que, a partir de este momento, el país se alinee con nuevos métodos de construcción sostenible para controlar los efectos ambientales y generar beneficios económicos y sociales (Prieto Sandoval et al., 2017).

El presente proyecto busca elaborar un manual de buenas prácticas de construcción sostenible para el diseño y construcción de entidades financieras que permita:

1.5.1 Aspectos sociales

Satisfacer la demanda de construcciones sostenibles para una población consiente de los daños que el ser humano causa al medio ambiente y con predisposición de aportar al cuidado del mismo. A medida que el concepto de construcciones sostenibles se expande en la población, se espera que las personas prefieran construcciones que tengan una certificación sostenible ante construcciones tradicionales.

1.5.2 Aspectos económicos

El principal beneficio económico de las construcciones sostenibles es la notable disminución de los costos de operación del edificio, es decir, ahorro de gastos de servicios básicos durante la vida útil del inmueble. Esto representa una oportunidad de inversión para las empresas que se dedican a actividades financieras en el país. Además, la empresa JASSATELECOM, se beneficiaría de las mejores condiciones financieras que ofrecen el Banco Pichincha, ProCredit, ProduBanco y Banco Bolivariano, en cuanto a períodos de gracia y ampliación del período del crédito al momento de diseñar y construir en base a estándares de certificación EDGE.

1.5.3 Aspectos ambientales

Aportar a la conservación del medio ambiente y preservar la vida en el planeta Tierra, es el principal objetivo del desarrollo sostenible. La implementación de la certificación EDGE en futuras entidades financieras en el Ecuador, promueve el ahorro de energía, agua y energía incorporada en materiales de construcción. Con la aplicación de buenas prácticas de construcción, se espera que, en el país la nueva infraestructura, tenga un bajo impacto ambiental.

1.6 Marco Teórico

1.6.1 Sostenibilidad, sustentabilidad y Desarrollo Sostenible

1.6.1.1 *Diferencias entre Sustentabilidad y sostenibilidad*

Resulta complicado proporcionar una definición acertada de los conceptos sustentable y sostenible, ya que existen diferentes perspectivas en donde se ha trabajado estos términos de forma semejante, ocasionando que pierdan enfoque y significado. La utilización de los términos sustentabilidad y sostenibilidad como semejantes se fundamenta en la traducción errónea de “sustainability” a la lengua española como sostenibilidad, error que se ha visto evidenciado en diferentes artículos en donde tratan a los 2 términos como iguales (Cortés & Peña, 2015).

(Chiriboga, 2012) trata a estos términos de forma diferente, de acuerdo a sus definiciones lingüísticas en la Real Academia Española (RAE), “sustentable” hace referencia a “todo aquello que se puede sustentar o defenderse con razones”, adjudicándose un proceso independiente que se mantiene sin la necesidad de recursos externos, y por “sostenible” se enfoca en “aquello que se puede mantener sin agotar los recursos” buscando un desarrollo social, económico y ambiental, enfocado a mejorar la calidad de vida.

El concepto de sustentabilidad ha pasado por diferentes variaciones a lo largo de la historia, llegando a adaptarse en los diferentes escenarios presentados. De acuerdo con (Saura & Hernández, 2008), en su publicación “The evolution of the concept of sustainability and its effect on environmental education”, menciona que la primera etapa de evolución de este concepto hacía referencia a los criterios contra la degradación del medio ambiente. Posteriormente en la segunda etapa toma como referencia la conservación y protección medioambiental y finalmente una tercera etapa toma como relevante el concepto del desarrollo humano sustentable, en donde se busca garantizar la relación entre el hombre y el medio ambiente y procurar el uso racional de los recursos naturales, además del reparto de los mismos.

En la década de los 60 y mediados de los 70 surge una concientización debido a los problemas medioambientales que se vieron reflejados en el agotamiento de los recursos y el aumento de la contaminación, punto en el cual el concepto de sustentabilidad empieza a tomar valor (Luffiego & Rabadán, 2000).

Sostenibilidad y desarrollo sostenible tiene su protagonismo a inicios de 1980, tras la creación de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD) por parte de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en donde queda planteada como un ideal de cambio gradual y direccionado a mejorar el sistema socio-ecológico, proyectando un aumento en el consumo de energía y materiales. Entonces, la sostenibilidad hace énfasis en el desarrollo hacia una mejor calidad de vida buscando un balance entre los criterios ambientales, sociales y económicos, para ello es necesario plantar bases éticas que trasciendan a las generaciones futuras. (Chiriboga, 2012).

1.6.1.2 Desarrollo sostenible

Gracias a la comisión mundial sobre el medio ambiente y el desarrollo Brundtland de las Naciones Unidas en 1987, quien define el desarrollo sostenible como “Satisfacer las distintas necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades”, alcanzó un impacto e interés internacional (Paniagua & Moyano, 1998). Adicionalmente en la década de los 90, al no estar tan desarrollado este concepto ha tenido que ajustarse de forma gradual, asumiendo en este punto que la sostenibilidad se alcanza al combinar las 3 componentes, la parte económica, parte social y la parte ambiental.

(Prieto Sandoval et al., 2017) establece una dependencia entre los 3 criterios, la sostenibilidad económica depende de la sostenibilidad social y estas dos a su vez dependen de la sostenibilidad ambiental. Adicionalmente, (Lozano, 2008) propone incorporar 1 componente adicional “El tiempo”, con el argumento de que el impacto de la sostenibilidad puede darse a corto, mediano y largo plazo.



Figura 1.2 Evolución del concepto de “Desarrollo Sostenible” (Prieto Sandoval et al., 2017)

Resulta evidente como el concepto del desarrollo sostenible se presenta de forma ambigua en sus inicios, más aún, ha servido como punto de partida para poder desarrollarlo con el pasar de los años (Saura & Hernández, 2008).

En 1992, gracias a la Cumbre de la Tierra de Rio de Janeiro, los países desarrollados han optado por implementar normativas sostenibles para mejorar su economía, crear fuentes de trabajo, reducir costos y disminuir la contaminación (Ancona Peniche et al., 2005).

La ONU, tras vencerse el plazo de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) en 2015, adoptó la Agenda 2030, en donde se plantean los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El ODS #9 hace referencia a la industria, innovación e infraestructura, en donde busca fomentar la construcción de infraestructuras resilientes, así como impulsar una industrialización con miras a la sostenibilidad e innovación. Adicionalmente, el ODS #11 se enfoca en ciudades y comunidades sostenibles, en donde se busca la inclusión, seguridad, resiliencia y sostenibilidad en las ciudades y asentamientos (United Nations Foundation, 2015).

1.6.2 Aplicación de la sostenibilidad en la construcción

1.6.2.1 Edificaciones sostenibles

Las prácticas tradicionales de construcción, asociadas con la mala gestión de recursos y la inadecuada interacción entre las partes involucradas, son aspectos culturales de la construcción, que se consideran como las causas principales de las cuales se derivan los múltiples factores involucrados en la contaminación ambiental (Albertini et al., 2021).

En este contexto, la construcción sostenible nace del concepto de desarrollo sostenible expuesto anteriormente y es considerado como un proceso en donde los proyectos de construcción, desde la etapa de diseño hasta la etapa de funcionamiento, buscan armonizar el medio ambiente con la edificación construida, de tal manera que los seres humanos gocen de un entorno construido que favorezca el desarrollo social y económico sin comprometer al medio ambiente (Du Plessis, 2002).

Las edificaciones sostenibles según el comité de Organización Internacional para la Normalización (ISO), son aquellas construcciones que durante su proceso de diseño y construcción toman en cuenta aspectos medioambientales para

conservar el agua, la energía y los recursos naturales a través de iniciativas de reciclaje, manejo adecuado de recursos y desperdicios, implementación de tecnología de ahorro de agua y energía, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de las personas y generar un ambiente armónico entre el medio natural y los sistemas construidos (Lecca Díaz & Prado Canahuire, 2019).

En conclusión, la construcción sostenible es aquella que, teniendo en cuenta los efectos negativos de la construcción hacia el medio ambiente, propone nuevos métodos, técnicas y tecnologías innovadoras que garanticen la eficiencia energética, ahorro de agua y materiales, en una edificación; además de promover el reciclaje y manejo adecuado de recursos para lograr una disminución del impacto ambiental.

1.6.2.2 Beneficios de las edificaciones sostenibles

Los beneficios de la construcción sostenible se deben principalmente a la eficiencia energética y al ahorro que suponen los edificios al aplicar criterios de sostenibilidad durante el proceso de diseño y construcción. Según (Lamy et al., 2021), los beneficios de las edificaciones sostenibles pueden dividirse en beneficios económicos, sociales y ambientales.

Beneficios económicos

- Reducción de costos de operación: La reducción en el consumo de energía eléctrica, agua y manejo adecuado de los recursos, no solo implica una reducción del impacto ambiental, también conllevan una reducción de costos de mantenimiento. Los edificios sostenibles pueden reducir hasta un 37% los costos de operación (IFC, 2019b).
- Atractivo comercial: La mentalidad del ser humano se está inclinando por lo ecológico, por lo tanto, la demanda de construcciones sostenibles va en aumento. Según (IFC, 2019b), los edificios sostenibles tienen un aumento en ventas del 31% con relación a edificios tradicionales y un incremento del 8% en alquiler, además de un incremento del 23% en la ocupación de los edificios.
- Aspectos financieros: La mayoría de certificaciones tienen apoyo notable por parte de las entidades financieras quienes otorgan bonos verdes, intereses más bajos y plazos más largos.

Beneficios Sociales

- Responsabilidad ambiental: Las construcciones sostenibles promueven el compromiso ambiental en los ciudadanos, fomentando una nueva cultura social en beneficio del medioambiente.
- Reconocimiento internacional: Las certificaciones sostenibles están reconocidas y respaldadas a nivel mundial por entidades y organismos como U.S. Green Building Council (USGBC).

Beneficios Ambientales

- Reducción del consumo de energía: Según el estudio realizado por (Balaban & Puppim de Oliveira, 2017), los edificios sostenibles tienen un ahorro promedio de 11.4% de energía eléctrica, lo que conlleva una disminución de las emisiones de CO2 en un 14.6%.
- Ahorro de agua: Mediante la implementación de equipos de bajo consumo de agua y utilizando sistemas de reutilización como, por ejemplo: un sistema de manejo de aguas lluvia para riego de jardines, se obtienen ahorros considerables de agua potable.

Hay que tener en cuenta que los beneficios ambientales conllevan a una contribución para el control de la contaminación ambiental y su impacto en el calentamiento global que no se exponen a detalle en este documento.

1.6.3 Certificaciones sostenibles para edificaciones en el mundo

A nivel mundial existen diferentes sistemas de certificación con gran éxito en cuanto a fomentar la sostenibilidad en la industria de la construcción, estas pueden ser voluntarias o estar empleadas por entidades gubernamentales. Su propósito es impulsar la innovación al implementar criterios sostenibles para la mejora del diseño y desempeño de una edificación.

De acuerdo con (Guldager & Birgisdottir, 2018) en su publicación de certificaciones de construcción sostenible, dan a conocer un total de 45 certificaciones con más renombre a nivel mundial, las cuales se mencionan a continuación:

Tabla 1.2 Certificaciones sostenibles a nivel mundial (Guldager & Birgisdottir, 2018)

N°	Certificación	País	Año
1	Active house	Dinamarca	2017
2	ARZ BRS	Líbano	2012
3	BCA Green Mark	Singapur	2005
4	BEAM Plus	Hong Kong	2010
5	Berde	Filipinas	2017
6	BREEAM	Reino Unido	1990
7	Built Green	Canadá	2012
8	Casa Clima	Italia	2002
9	Casa Columbia	Columbia	2017
10	CASBEE	Japón	2004
11	ÇEDBIK-Konut	Turquía	2013
12	DGNB	Alemania	2007
13	EDGE	Estados Unidos	2016
14	EEWH	Taiwán	1999
15	GBC Brazil Casa	Brasil	2014
16	GBI	Malasia	2011
17	Green Globes	Estados Unidos	2004
18	Green Key	Canadá	1998
19	Green Point	Estados Unidos	2003
20	Green Star	Australia	2003
21	Greenship	Indonesia	2011
22	GreenSL	Sri Lanka	2009
23	GRESB	Canadá	2012
24	GRIHA	India	2007
25	GSAS	Quatar	2009
26	Home Star	Nueva Zelanda	2010
27	HPI	Irlanda	2016
28	HQE	Francia	1995
29	IGBC	India	2009
30	KGBC	Corea del Sur	2000
31	LBC	Estados Unidos	2006
32	LEED	Estados Unidos	1993
33	LOTUS	Vietnam	2008
34	Miljöbyggnad	Suecia	2005
35	Minergie	Suiza	1994
36	NABERS	Australia	1998
37	NGBS	Estados Unidos	2008
38	Pearl	Abu Dhabi	2009
39	Protocol ITACA	Italia	2004
40	SBTool	Canadá	2007
41	SEED	Pakistán	2016
42	Nordic Swan	Los nórdicos	2009
43	Three Star	China	2012
44	Verde	España	2002
45	WELL	Estados Unidos	2014

Todas estas certificaciones sostenibles, aunque operan bajo diferentes categorías, normas y criterios, tienen un mismo objetivo, el cual es innovar la industria de la construcción, para fomentar el desarrollo sostenible.

Es evidente el gran número de certificaciones sostenibles existentes a nivel mundial, de igual manera (Guldager & Birgisdottir, 2018) mencionan las 10 certificaciones más exitosas de la lista presentada, también aclaran que ninguna certificación es mejor que otra pues todas responden a las diferentes necesidades que pueda tener un proyecto.

Tabla 1.3 Diez certificaciones sostenibles a nivel mundial (Guldager & Birgisdottir, 2018)

N°	Certificación	País	año	Aplicaciones	Niveles	Principios
1	Active House	Dinamarca	2017	<ul style="list-style-type: none"> Nuevos edificios Renovaciones Edificios existentes 	<ul style="list-style-type: none"> Etiqueta de casa activa 	Comodidad Energía Medio ambiente
2	BREEAM	Reino Unido	1990	<ul style="list-style-type: none"> Nuevos edificios Interiores Edificios comerciales Áreas urbanas 	<ul style="list-style-type: none"> Sobresaliente Excelente Muy bien Bien Aprobar Aceptable 	Energía, Salud y Bienestar, Innovación, Uso del suelo, Materiales, Gestión, Polución Transporte, Desperdicio, Agua
3	DGNB	Alemania	2007	<ul style="list-style-type: none"> Nuevos edificios Interiores comerciales Renovaciones Edificios existentes Áreas urbanas 	<ul style="list-style-type: none"> Platino Oro Plata Bronce 	Calidad del medio ambiente Calidad económica Calidad sociocultural y funcional Calidad de proceso Calidad técnica
4	Green Star	Australia	2003	<ul style="list-style-type: none"> Edificios nuevos, Casas Interiores Renovaciones Edificios existentes Áreas urbanas 	<ul style="list-style-type: none"> 6 estrellas: excelencia internacional 5 estrellas: excelencia australiana 4 estrellas: mejores prácticas 	Gestión, Calidad ambiental interior, Energía, Transporte, Agua, Materiales, Uso del suelo y ecología, Emisiones, Innovación
5	HQE	Francia	1995	<ul style="list-style-type: none"> Nuevos edificios Interiores Renovaciones Edificios existentes Áreas urbanas 	<ul style="list-style-type: none"> Excepcional Excelente Muy bien Bien Aprobar 	Energía Medio ambiente Salud Comodidad
6	LBC	Estados Unidos	2006	<ul style="list-style-type: none"> Nuevos edificios Renovaciones Edificios existentes Áreas urbanas 	<ul style="list-style-type: none"> Viviendo certificado Pétalo certificado 	Lugar, Agua, Energía, Salud y felicidad, Materiales, Capital, Belleza

7	LEED	Estados Unidos	1993	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevos edificios • Interiores • Renovaciones • Edificios existentes • Áreas urbanas 	<ul style="list-style-type: none"> • Platino • Oro • Plata • Certificado 	Ubicación y transporte, Sitios sostenibles, Eficiencia de agua, Energía y Atmósfera, Materiales y recursos, Calidad ambiental interior, Innovación, Prioridad regional
8	Miljöbyggnad	Suecia	2005	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevos edificios • Renovaciones • Edificios existentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Oro • Plata • Bronce 	Energía interior Clima Materiales
9	Nordic Swan	Los nórdicos	2009	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevos edificios residenciales • Nuevas escuelas y preescolares 	<ul style="list-style-type: none"> • Etiqueta ecológica del cisne nórdico 	Energía y recursos interior Ambiente Materiales y productos químicos
10	WELL	Estados Unidos	2014	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevos edificios • Interiores • Renovaciones • Edificios existentes • Áreas urbanas 	<ul style="list-style-type: none"> • Platino • Oro • Plata 	Aire, Agua, Alimento, Luz, Aptitud física, Comodidad, Mente, Innovación

El éxito de las certificaciones radica en diferentes aspectos como el enfoque de los criterios de eficiencia, el impacto que genera, los principios a los que se rigen, el nivel de certificación que requiere, etc.

1.6.4 Certificaciones sostenibles aplicadas en Ecuador

A nivel mundial, la industria de la construcción ha tomado un enfoque a favor de las construcciones sostenibles y Ecuador no es la excepción. Desde hace algunos años, diferentes empresas y profesionales de la construcción, se han inclinado por este tipo de proyectos. Actualmente, el mercado nacional cuenta con 2 tipos de certificaciones sostenibles, LEED “Leadership in Energy and Environmental Design” y EDGE “Excellence in Design for Greater Efficiencies”.

1.6.4.1 Certificación LEED “Leadership in Energy and Environmental Design”

LEED (Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental), es una certificación voluntaria desarrollada por USGBC (U.S. Green Building Council) entre 1993 y 1998, con el objetivo de “identificar e implementar soluciones prácticas y medibles de diseño, construcción, operación y mantenimiento de edificios sostenibles.” (Daza, 2010). Para obtener la certificación, LEED ha implementado un sistema de

puntuación, en donde se evalúan criterios de construcción y el mínimo puntaje para certificar un proyecto es de 40 puntos.



Figura 1.3 Criterios de evaluación para certificación LEED (U.S. Green Building Council, 2021)

En sus inicios LEED se limitaba exclusivamente a edificaciones nuevas, pero debido a que tuvo una gran aceptación en el mercado estadounidense, se vio en la necesidad de expandir e incluir proyectos que se encuentren enfocados en diferentes estándares (USGBC, 2021).

- Diseño y construcción de edificios BD+C: Enfocado en proyectos de nuevas construcciones o para la remodelación, incluyen proyectos como hoteles, escuelas, comerciales, almacenes, etc.
- Diseño de interiores y construcción ID+C: Enfocado en proyectos con acondicionamiento en interiores, como comerciales y hotelorías.
- Operación y mantenimiento de edificios O+M: Enfocado en proyectos existentes, ya sea para mejora o poca construcción, es aplicable para proyectos como escuelas, hoteloría, almacenes, etc.
- Desarrollo del vecindario ND: Enfocado en proyectos de reurbanización, para uso residencial, mismo que puede estar en cualquier etapa de construcción.
- LEED Casas: Enfocado en proyectos de vivienda unifamiliar o multifamiliar, con una altura de hasta 6 plantas.

- LEED Ciudades y Comunidades: Enfocado en ciudades o partes de esta, que gestionan el consumo de agua, energía y transporte.
- LEED Recertificación: Enfocado en proyectos que quieren mantener y mejorar el activo de sus edificios, manteniendo su inversión y sustentabilidad. Aplicable a todo proyecto que haya obtenido una certificación previa.
- LEED Cero: Aplicable a todos los proyectos que tengan por objetivo la reducción de la emisión neta de carbono.

Adicionalmente, el puntaje a obtener estará en función de los criterios específicos que cumpla el proyecto, logrando obtener un mínimo de 40 y un máximo de 110 puntos. Dependiendo de la puntuación obtenida se determinará el nivel de certificación que obtendrá el mismo, LEED cuenta con 4 niveles que son: certificado (40-49 puntos), Plata (50-59 puntos), Oro (60-79 puntos) y Platino (80+ puntos) (Guldager & Birgisdottir, 2018).

Green Building Information Gateway (GBIG), indica que en Ecuador existen 37 proyectos que han logrado obtener la certificación LEED, entre las cuales se encuentran:

El Aeropuerto Seymour de Baltra en las islas Galápagos, es un proyecto que abarca un área de piso de 6148 m², que ha logrado obtener el nivel de certificación LEED Oro para nuevas construcciones, en noviembre del 2014.



Figura 1.4 Aeropuerto Seymour de Baltra en Galápagos (GBIG, 2021)

El proyecto Corporativo 194 en Quito, es un proyecto que abarca un área de piso de 7983 m², que ha logrado obtener el nivel de certificación LEED Platino en abril del 2020.



Figura 1.5 Corporativo 194, Quito-Ecuador (GBIG, 2021)

El proyecto Riocentro El Dorado en Guayaquil, es un centro comercial que abarca un área de piso de 62012 m², que ha logrado obtener el nivel de certificación LEED en febrero del 2020.



Figura 1.6 Riocentro El Dorado Guayaquil-Ecuador (GBIG, 2021)

El proyecto Paseo Shopping Babahoyo, es un centro comercial que abarca un área de piso de 18500 m², que ha logrado obtener el nivel de certificación LEED para edificios existentes en agosto del 2015.



Figura 1.7 El Paseo Babahoyo (GBIG, 2021)

Tabla 1.4 Proyectos con certificación LEED en Ecuador (GBIG, 2021)

N°	Nombre del Proyecto	Nivel de certificación	Área m2	Ciudad	Fecha	Programa de clasificación
1	Terminal Aeropuerto De Baltra	Oro	6149	Santa Cruz	19/11/2014	LEED NC 2.2
2	Oficinas Sede Odebrecht Ecuador	Oro	770	Quito	16/12/2013	LEED CI 2009
3	Enne Arquitectos	Plata	261	Quito	10/12/2013	LEED CI 2009
4	Paseo Shopping Babahoyo	Certificado	18500	Babahoyo	21/8/2013	LEED EB 2009
5	Mega Planta Industrial Machachi	Registrado	67141	Machachi	17/9/2015	LEED NC 2009
6	Centro De Convenciones Bicentenario	Registrado	159732	Quito	15/3/2016	LEED NC 2009
7	Edificio Infinito	Registrado	14864	Quito	5/7/2010	LEED NC 2009
8	Cubic	Registrado	2633	Quito	14/9/2012	LEED NC 2009
9	Quito Publishing House	Oro	4695	Quito	1/8/2015	LEED NC 2009
10	Estudio WIESE	Registrado	53313	Quito	27/11/2013	LEED NC 2009
11	CNT EP - Centro De Datos Quito	Certificado	4300	Quito	14/2/2017	LEED NC 2009
12	CNT EP - Centro De Datos Guayaquil	Certificado	4252	Guayaquil	14/2/2017	LEED NC 2009
13	Acacia	Registrado	9067	Quito	25/6/2015	LEED NC 2009
14	Carlota Hbc - Hotel	Oro	536	Quito	3/6/2019	LEED NC 2009
15	Oficinas Adm. Planta De Lácteos Toni S.A.	Plata	2861	Guayaquil	26/3/2018	LEED NC 2009

16	Planta De Lácteos Toni S.A.	Plata	38139	Guayaquil	2/5/2018	LEED NC 2009
17	Centro Corporativo Ekopark Torre 4	Plata	7234	Quito	20/12/2017	LEED CS 2009
18	Riocentro El Dorado	Certificado	62010	Daule	20/2/2018	LEED CS 2009
19	Torre 6	Plata	19521	Quito	31/7/2018	LEED CS 2009
20	Torre 12	Registrado	200757	Quito	3/6/2015	LEED CS 2009
21	Corporativo 194	Platino	7983	447	2/4/2020	LEED CS 2009
22	Plaza Batan - Supermaxi Juguetón	Oro	8787	Samborondón	30/11/2018	LEED Retail NC 2009
23	Plaza Batan - Megakywi Bebemundo	Plata	11572	Samborondón	30/11/2018	LEED Retail NC 2009
24	Hipermarket El Dorado	Certificado	14905	Samborondón	22/8/2016	LEED Retail NC 2009
25	Hipermarket El Dorado	Registrado	14492	Daule	5/8/2013	LEED Retail NC 2009
26	Biblioteca Escuela Politécnica Nacional	Registrado	105482	Quito	13/11/2015	LEED v4 BD+C NC
27	Supermaxi Plaza Norte	Registrado	2787	Quito	1/10/2021	LEED v4 BD+C NC
28	Delegación De La Unión Europea	Plata	654	Quito	11/2/2021	LEED v4 ID+C CI
29	Perkins Eastman Ecuador Office	Registrado	197	Guayaquil	11/3/2020	LEED v4 ID+C CI
30	Supermaxi Villa Club	Registrado	2500	Guayaquil	11/3/2021	LEED v4 ID+C CI
31	Reemplazo Oficinas BID Ecuador	Registrado	2032	Quito	24/9/2020	LEED v4 ID+C CI
32	Fadesa	Registrado	6810	Manabí	25/5/2020	LEED v4 BD+C WDC
33	Go Quito Hotel	Registrado	8000	Quito	16/10/2018	LEED v4 BD+C HP
34	Supermaxi Challuabamba	Registrado	2696	Cuenca	11/3/2021	LEED v4 BD+C Retail
35	Supermaxi San Rafael	Registrado	6301	Quito	6/9/2019	LEED v4 BD+C Retail
36	Supermaxi Ficoa	Registrado	3869	Ambato	14/1/2020	LEED v4 BD+C Retail
37	Supermaxi Vía La Costa	Registrado	3394	Guayaquil	14/1/2020	LEED v4 BD+C Retail

1.6.4.2 Certificación EDGE “Excellence in Design for Greater Efficiencies”

EDGE (Excelencia en Diseño para Mayores Eficiencias), fue creada por la Corporación Financiera Internacional (IFC) y lanzada en julio de 2014, con el

objetivo de proporcionar una solución medible y real para fomentar las construcciones sostenibles en más de 170 países (EDGE, 2021c) .

El crecimiento poblacional, la rápida urbanización y la globalización de la construcción representan un problema en los mercados emergentes, teniendo como solución el sistema de certificación EDGE, busca fomentar que las construcciones realicen un mejor aprovechamiento de sus recursos. (Vilsmaier & Lang, 2015) .

Los tipos de edificaciones que cubre la certificación EDGE pueden ser nuevas o existentes tales como hospitales, residencias, hostales, instituciones educativas, oficinas, edificios comerciales e instalaciones mixtas.

Residencial	Casas unifamiliares	Hospitales	Hospitales privados
	Casas multifamiliares		Hospitales públicos
	Condominios		Clinicas dentales
	Edificio de apartamentos		Clinicas ópticas
Hospitalidad	Hoteles	Educación	Escuelas
	Moteles		Universidades
	Posadas		Jardines infantiles
	Complejos turísticos		Instalaciones deportivas
Comercio	Centros comerciales	Oficinas	Oficinas
	Supermercados		Edificios comerciales
	Tiendas individuales		
	Industria liviana		
	Bodegas		
Instalaciones mixtas			
			

Figura 1.8 Tipos de edificaciones para certificación EDGE (EDGE, 2021c)

Para que un proyecto pueda acceder a la certificación EDGE, resulta necesario que el mismo cuente con un ahorro de agua, energía y materiales, de por lo menos un 20%. Además, EDGE cuenta con 3 niveles de certificación: nivel 1, EDGE Certified; nivel 2, EDGE Advanced; nivel 3, Zero Carbon (Grefa, 2020).

- Nivel 1, EDGE Certified: En este nivel el proyecto debe cumplir con la norma de ahorro mínimo del 20% o más, en energía, agua y energía incorporada en

materiales, en las etapas de certificación preliminar y definitiva (EDGE, 2021c).

- Nivel 2, EDGE Advanced: Para este reconocimiento se requiere que el ahorro de energía sea del 40% o más, mientras que el ahorro de agua y materiales debe ser de al menos 20%, en las etapas de certificación preliminar y definitiva (EDGE, 2021c).
- Nivel 3, Zero Carbon: Esta certificación es la más exigente de los 3 niveles debido a que se enfoca en la máxima reducción y compensación del consumo energético. Para obtener este reconocimiento es necesario que el proyecto obtenga un mínimo de ahorro de 40% en energía mediante estrategias y diseño del proyecto, mientras que el porcentaje restante para completar el 100% del consumo energético deberá ser trabajado por recursos renovables en sitio. Adicional a esto, se deberá mantener un ahorro del 20% o más para agua y energía incorporada en los materiales, (EDGE, 2021c).

La certificación EDGE también se caracteriza por tener un software gratuito online, que permite evaluar de forma rápida el diseño del proyecto, así como también realizar una comparación de costes enfocados en la reducción del consumo energético, agua y material incorporado, (Albújar et al., 2019). Para poder realizar la evaluación de un proyecto en el software, es importante ingresar datos específicos relacionados con el proyecto tales como país, ciudad, clima, costos de servicios públicos, etc. (Romero et al., 2020)

Después de que el proyecto es evaluado en el software EDGE, se podrá verificar si el mismo cumple con el estándar para la certificación. Para nuevas edificaciones el sistema de certificación EDGE constará de 2 etapas, diseño y construcción, en la etapa de diseño el proyecto obtendrá una certificación preliminar, que avala el cumplimiento de normas sostenibles, mientras que, al finalizar la etapa de construcción, el proyecto obtendrá la certificación definitiva. Por otra parte, para los proyectos existentes que opten por una certificación EDGE, el proceso se limita a la etapa de construcción obteniendo la certificación definitiva (Grefa, 2020).

Para el proceso de certificación intervienen diferentes actores como el Cliente, Experto, Auditor, Certificador, y la Certificación con los cuales se deberá realizar los distintos procesos tanto en la etapa de diseño y construcción, dependiendo si el proyecto es nuevo o existente (Albújar et al., 2019).

Actualmente Ecuador cuenta con 32 proyectos con certificación EDGE, de los cuales se destacan 6 proyectos tras haber alcanzado la certificación EDGE Advanced, (EDGE, 2021a).

El edificio matriz del banco ProCredit ubicada en la ciudad Quito, es una entidad financiera, con un área de piso de 3769 m², que ha logrado obtener la certificación EDGE Advanced final en agosto del 2021, tras implementar tecnologías de uso eficiente de recursos, obteniendo un ahorro del 47% de energía, 33% de agua y 93% de energía incorporada en materiales.



Figura 1.9 Edificio Matriz Banco ProCredit (EDGE, 2021a)

El proyecto del parque UDLA de la Universidad de las Américas en Quito, es un edificio educativo de 8 niveles con un área de piso de 28547 m², que ha logrado obtener la certificación EDGE Advanced preliminar en enero del 2021, obteniendo un ahorro del 46% de energía, 71% de agua y 38% de energía incorporada en materiales.



Figura 1.10 Extensión Parque UDLA (EDGE, 2021a)

El proyecto habitacional Praderas de Caranqui ubicado en la ciudad de Ibarra, con un área de piso de 1717 m², ha logrado obtener la certificación EDGE Advanced

final en abril del 2021, obteniendo un ahorro del 59% de energía, 35% de agua y 43% de energía incorporada en materiales.



Figura 1.11 Conjunto habitacional Praderas de Caranqui, (EDGE, 2021a)

El Hotel Le Parc ubicado en la ciudad de Quito, con un área de piso 14244 m², ha logrado obtener la certificación EDGE Advanced Preliminar en octubre del 2020, tras un ahorro del 48% de energía, 59% de agua y 35% de energía incorporada en materiales.



Figura 1.12 Hotel Le Parc (EDGE, 2021a)

Tabla 1.5 Proyectos con certificación EDGE en Ecuador (EDGE, 2021a)

N°	Nombre del Proyecto	Nivel de certificación	Área (m ²)	Ciudad	Fecha	Programa de clasificación
1	Banco ProCredit	EDGE Advanced	3769	Quito	Agosto 2021	Certificación Final
2	Brontë Club	EDGE Certified	4321	Quito	Octubre 2020	Certificación Final
3	Rio Azul	EDGE Certified	1971	Cuenca	Julio 2021	Certificación Final
4	Parque UDLA	EDGE Advanced	28547	Quito	Enero 2021	Certificación Preliminar
5	Praderas de Caranqui	EDGE Advanced	1717	Ibarra	Abril 2021	Certificación Final

6	Edificio Mikkela	EDGE Certified	1862	Quito	Noviembre 2020	Certificación Preliminar
7	Apartat	EDGE Certified	4053	Quito	Enero 2021	Certificación Preliminar
8	Vistana	EDGE Certified	39241	Guayaquil	Diciembre 2020	Certificación Preliminar
9	Duran City	EDGE Certified	42657	Guayaquil	Octubre 2020	Certificación Preliminar
10	Vizcaya Plaza y Residencias	EDGE Certified	23224	Samborondón	Enero 2021	Certificación Preliminar
11	Almar Torre A	EDGE Certified	4094	Santa Elena	Diciembre 2020	Certificación Preliminar
12	Buganvillas	EDGE Certified	1593	Ibarra	Noviembre 2020	Certificación Preliminar
13	Kyria	EDGE Advanced	2316	Quito	Septiembre 2020	Certificación Preliminar
14	Hotel Le Parc	EDGE Advanced	14244	Quito	Octubre 2020	Certificación Preliminar
15	Edificio Häuser	EDGE Certified	785	Cuenca	Julio 2020	Certificación Preliminar
16	Hampton by Hilton	EDGE Advanced	6812	Quito	Agosto 2020	Certificación Preliminar
17	Casabaca Granados	EDGE Certified	10684	Quito	Marzo 2020	Certificación Preliminar
18	Goya	EDGE Certified	3723	Cuenca	Febrero 2020	Certificación Preliminar
19	Trier	EDGE Certified	1636	Quito	Mayo 2020	Certificación Preliminar
20	Edificio Anexo BdP	EDGE Certified	5274	Guayaquil	Febrero 2020	Certificación Preliminar
21	La rinconada	EDGE Certified	2576	Quito	Febrero 2020	Certificación Preliminar
22	Denali	EDGE Certified	2196	Quito	Diciembre 2019	Certificación Final
23	Casas PazV	EDGE Certified	740	Ibarra	Octubre 2019	Certificación Preliminar
24	Torre Mucman	EDGE Certified	2116	Quito	Noviembre 2019	Certificación Preliminar
25	DELFO	EDGE Certified	3213	Quito	Octubre 2019	Certificación Preliminar
26	Alarife	EDGE Certified	1907	Loja	Septiembre 2019	Certificación Preliminar
27	CACMU Verde	EDGE Certified	874	Ibarra	Julio 2019	Certificación Preliminar

28	Retamo Parc	EDGE Certified	19559	Quito	Julio 2019	Certificación Preliminar
29	IQON	EDGE Certified	49716	Quito	Junio 2019	Certificación Preliminar
30	Parques de Galicia 2	EDGE Certified	5725	Quito	Abril 2019	Certificación Preliminar
31	Edificio Edwards	EDGE Certified	1083	Quito	Noviembre 2017	Certificación Final
32	Conjunto de viviendas JADE	EDGE Certified	6401	Quito	Octubre 2020	Certificación Final

Para apreciar de mejor manera la distribución de los proyectos con certificación EDGE en Ecuador, se han elaborado dos mapas, en donde se muestra la cantidad de proyectos certificados por provincia y la ubicación de los proyectos que han alcanzado la certificación EDGE Advanced, (Ver Apéndice B).

1.6.5 Beneficios de las certificaciones LEED y EDGE

Tabla 1.6 Comparación de beneficios entre EDGE y LEED, (Rivera & Toapanta, 2021)

Certificación EDGE	Certificación LEED
Proporciona un buen rendimiento en la etapa de diseño, construcción y operación.	Garantiza la eficiencia del diseño, construcción, operación y el rendimiento sostenible
Permite acceder a créditos financieros en la banca local.	Mayor número de indicadores para obtener la certificación
Iluminación de bajo consumo energético	Ofrece mayor salud, confort y productividad a los usuarios
Optimiza el consumo de agua	Ahorro de costes en su etapa de operación.
Ahorro de energía incorporada en los materiales	Mayor valor de los proyectos en la reventa.
Ahorro en costes de operación y mantenimiento de los proyectos.	Constante actualización y expansión de los estándares y criterios de sostenibilidad abordando distintos tipos de proyectos.
Para los propietarios, aumenta el valor de las propiedades.	Otorga diferentes niveles de certificación en base a puntajes obtenidos tras cumplir diferentes criterios.
Permite realizar diseños óptimos y medibles.	Reduce el impacto ambiental de los proyectos constructivos.
Software de uso gratuito para validar los criterios en la certificación	Los costes iniciales son compensados estimando un incremento del valor del edificio de un 5%.
Implementación de la certificación relativamente sencilla	Se enfocan en resultados de desempeño sostenible y las estrategias empleadas para conseguirlos.
Proyectos con certificación EDGE sobresalen en el mercado.	Ayuda a los edificios a reducir sus emisiones de G.E.I./ carbono
Plantean 3 niveles de certificación sostenible	Retorno de inversión entre un 4 - 7.5%.
Intervienen diferentes autores para la obtención de la certificación. (Experto, Auditor, certificadora, etc.)	El USGBC otorga la certificación LEED a través del sistema en la nube "LEED-Online" y no interviene asesores, consultores, etc.

1.6.6 Metodología del software EDGE

La información proporcionada en esta sección fue adaptada a partir del documento “EDGE Methodology Report” publicado por IFC en la página oficial de EDGE: <https://edge.gbci.org/>.

El software EDGE se considera como la herramienta más importante dentro de la certificación EDGE. El software es una calculadora que permite determinar el rendimiento del edificio con respecto a energía, agua y energía incorporada en materiales a partir de datos de diseño ingresados por el usuario. Para determinar el rendimiento de un proyecto, la calculadora utiliza ecuaciones matemáticas fundamentadas en teorías de Transferencia de Calor, Climatología y Física de los Edificios (Sánchez Cordero et al., 2019).

El software EDGE es de fácil aplicación y uso en comparación con otros métodos de simulación y procesos complejos. La plataforma permite identificar soluciones eficientes para lograr reducir el impacto ambiental y los costos de operación de un proyecto en la etapa de diseño. El software también muestra las futuras emisiones de carbono y los posibles ahorros en costos de operación del edificio.

EDGE puede ser utilizado para efectuar evaluaciones financieras del edificio, sin embargo, no puede ser empleado para la toma de decisiones en aspectos de diseño como, por ejemplo: determinar las dimensiones de un sistema que aproveche el agua lluvia o como herramienta para cálculo de rentabilidad en la construcción (IFC, 2021).

EDGE emplea la metodología de cálculo de estado cuasi estacionario, es decir se fundamenta en la idealización del proceso real que se ejecutará. La metodología se basa en dos normas europeas que son: norma CEN (European Committee for Standardization) e ISO (International Organization for Standardization) (IFC, 2019a).

Para que EDGE determine el rendimiento del proyecto se contrastan los resultados obtenidos al implementar medidas de eficiencia en consumo de energía, agua y materiales con un caso base que se asemeja a un proyecto de construcción tradicional. El software calcula el caso base de acuerdo con información de prácticas tradicionales de construcción y códigos nacionales referentes a eficiencia energética (En caso de que existan).

1.6.6.1 Fundamentos del Software EDGE para caso base

El software EDGE se basa en:

- Características climáticas del sitio
- Tipología de edificios
- Diseño y especificaciones
- Orientación del Edificio

Los aspectos mencionados son usados por la plataforma para determinar el consumo de energía, agua y materiales en un proyecto.

Características climáticas del sitio

El software ofrece una base de datos de condiciones climáticas para 500 ciudades alrededor del mundo, sin embargo, en caso de que una ciudad en específico no se encuentre dentro del listado, se puede utilizar los datos de una ciudad cercana. Según (IFC, 2019a), los datos que se requieren en esta sección son:

- Temperatura promedio mensual
- Velocidad promedio mensual del viento exterior
- Humedad promedio mensual
- Radiación solar
- Precipitación media anual
- Intensidad de CO2 en la red eléctrica
- Costo promedio de agua y energía

Tipología de edificios

El equipamiento de un edificio está delimitado por el tipo de edificio, es decir por la funcionalidad de la infraestructura. De acuerdo con la página web oficial de EDGE, los proyectos que pueden certificarse son los que se muestran en la figura 1.8. Para la creación del caso base, EDGE proporciona datos predeterminados sobre parámetros de construcción de los diferentes tipos de edificios.

Diseño y especificaciones

Para sistemas de ventilación, calefacción y aire acondicionado, el software EDGE se apoya de ASHRAE / IES 90.1-2019 (Energy Standard for Buildings Except Low-

Rise Residential Buildings) para la creación del caso base. A continuación, se muestran algunos datos que son considerados para el caso base:

Propiedades térmicas del edificio: En la mayoría de los edificios tradicionales se ejecutan las siguientes prácticas tradicionales que no favorecen al ahorro energético:

- Falta de reutilización de agua.
- Falta de dispositivos de protección solar
- Techos sin aislamiento y contruidos de hormigón
- Equipos de alto consumo de energía y agua
- Utilización de calderas tradicionales que operan con combustible
- Mampostería sin aislamiento

Relación ventana-pared (WWR): EDGE de acuerdo con estudios externos realizados, emplea un WWR del 55% para el caso base.

Orientación del Edificio

La orientación del edificio puede optimizar aspectos como la refrigeración y calefacción.

1.6.6.2 Determinación de la demanda de energía

Demanda general de energía

EDGE utiliza todas las fuentes de energía empleadas en el proyecto (gas, Diesel, refrigeración, electricidad, etc) y lo transforma en valores de energía entregados, de esta forma resulta más fácil para el usuario identificar las facturas de servicio con ahorro de energía.

La energía eléctrica generada a partir de recursos naturales renovables como radiación solar, son considerados como ahorro de energía.

Demanda de ventilación, calefacción y arie acondicionado

Como ya se mencionó anteriormente, EDGE emplea el método de cálculo cuasi estacionario para determinar el consumo de energía en ventilación, calefacción y aire acondicionado, para ello emplea las normas CEN e ISO 13790.

Para determinar la demanda de energía eléctrica adicional a la calefacción, ventilación y aire acondicionado, se debe evaluar el encendido, agua caliente y uso de electrodomésticos.

Energía virtual destinada para la comodidad

En caso de que no se incorpore en el diseño el uso de HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning), el software añade la energía requerida para equipos de comodidad sin que se haya incluido en los diseños, de esta forma se considera la incorporación futura de HVAC en el edificio.

Demanda de energía para agua caliente

Para el cálculo de energía utilizada para calentar el agua en el edificio, EDGE utiliza la Normalización Española UNE-EN 15316-3: 2018. Para el cálculo de la demanda de energía, se requieren los siguientes parámetros:

- Temperatura del suministro de agua fría
- Temperatura de suministro de agua caliente (40°C)
- Demanda de agua caliente por día
- Energía requerida para agua caliente
- Energía necesaria de combustible

Para el cálculo de energía requerida para agua caliente y energía necesaria de combustible, revisar la norma UNE-EN 15316-3: 2018.

Demanda de energía en iluminación

EDGE calcula la energía anual consumida en el edificio aplicando la norma CSN EN 15193-1.

1.6.6.3 Determinación de la demanda de agua

El software calcula la demanda de agua utilizando los siguientes datos:

- Número de accesorios (duchas, lavabos, inodoros, etc.)
- Tasa de uso de agua
- Tasa de flujo

EDGE no calcula la demanda de agua para actividades externas al edificio, como lavado de auto. Se determina un ahorro de agua cuando se utilizan equipos especializados o se incorporan sistemas de recolección y reutilización del agua.

1.6.6.4 Energía incorporada en materiales

La demanda de energía incorporada en materiales se puede estimar aplicando la siguiente ecuación:

$$E = e * \rho * E_i \quad (1.1)$$

Donde:

E = energía incorporada por unida de área (MJ/m^2)

e = espesor (m)

ρ = densidad (kg/m^3)

E_i = Energía incorporada (MJ/kg)

CAPÍTULO 2

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 Metodología

Como primera fase de la ejecución de este proyecto se realizó un análisis de los diferentes niveles de certificación EDGE, para determinar cuál es el idóneo para su aplicación en los proyectos de diseño y construcción de entidades financieras. Para la selección de alternativas se analizaron tres estudios relevantes en la región:

- Ecuador: “Rehabilitación sostenible de edificios bajo objetivos de reducción energética y de impacto ambiental aplicando normas de certificación EDGE: Caso de estudio, edificio 6 (FICA) de la Escuela Politécnica Nacional”, (Arévalo & Noroña, 2021)
- Colombia: “Comparación de los factores económicos y ambientales entre un proyecto constructivo de Viviendas de Interés Social VIS convencional y uno con la implementación EDGE en Bogotá”, (Ocampo & Tarazona, 2020)
- Perú: “Beneficios de Construir Edificaciones multifamiliares con Certificación EDGE en la zona 3 del distrito de Cusco, en base a los bonos de la Ordenanza Municipal N° 25-2019-MPC”, (Romero et al., 2020)

Por cada nivel de certificación, se analizaron criterios como: Requisitos del nivel de certificación, renovación de la certificación, impacto ambiental, beneficios de la banca local, costos de inversión, ahorro en servicios públicos, período de recuperación de la inversión, incremento de precio de venta e implementación en mercado nacional. Para la selección del nivel de certificación apropiado, también se realizó una entrevista al Arq. Daniel Rodríguez, Experto y Auditor EDGE de Ecuador.

Luego, se estudiaron las normativas nacionales referentes a construcción sostenible, NEC 11 capítulo 13 “Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador” y NEC–HS–EE “Eficiencia Energética en Construcciones Residenciales”, para determinar criterios de diseño a ser implementados.

Para el desarrollo del manual práctico que servirá a la empresa JASSATELECOM en la ejecución de sus proyectos, se presenta como primer paso el procedimiento

detallado que debe seguir cualquier proyecto para alcanzar la certificación EDGE, en donde se incluye tarifas de costo para que el propietario tome en cuenta el incremento en la inversión correspondiente al costo de Certificación.

Como segundo paso importante dentro de la guía, se proponen medidas de eficiencia en consumo de energía, agua y energía incorporada en materiales, para que el proyecto alcance la certificación EDGE Certified, en base a la Guía del Usuario de EDGE, en donde se exponen todas las medidas de eficiencia que pueden ser implementadas en los proyectos. Las medidas de eficiencia son analizadas dependiendo de las características climáticas del lugar donde se construirá el edificio. Además, se analiza la disponibilidad de recursos y equipos en el mercado nacional para su implementación.

Para comprobar la efectividad de los criterios propuestos para alcanzar la certificación EDGE, se implementaron las medidas de eficiencia a un proyecto real promovido por JASSATELECOM y se analizan los resultados obtenidos en el software EDGE, tomando en cuenta aspectos económicos y ambientales. Además, se proporciona una orientación detallada en el uso del software a través del modelado de tres escenarios:

- Escenario A: proyecto “Tradicional”, modelado del caso de estudio considerando únicamente los criterios de diseño implementados por JASSATELECOM en sus proyectos de construcción.
- Escenario B: caso “EDGE Certified”, modelado del caso de estudio aplicando las medidas de eficiencia propuestas en este documento, para alcanzar el nivel de certificación EDGE Certified.
- Escenario C: caso “EDGE Advanced”, modelado del caso de estudio aplicando las medidas de eficiencia propuestas en este documento, para alcanzar el nivel de certificación EDGE Advanced.

A partir de los resultados obtenidos en el software EDGE, se realiza un análisis energético, de ahorro de agua, de ahorro de energía incorporada en materiales y de emisiones de CO₂ para los tres escenarios modelados. Adicionalmente, se realiza un análisis económico para determinar el incremento de inversión que se requiere para alcanzar los niveles de certificación EDGE Certified y EDGE

Advanced. Los resultados son analizados tomando como base el caso “Tradicional”.

El siguiente diagrama de flujo muestra la metodología llevada a cabo en este documento para lograr los objetivos planteados:

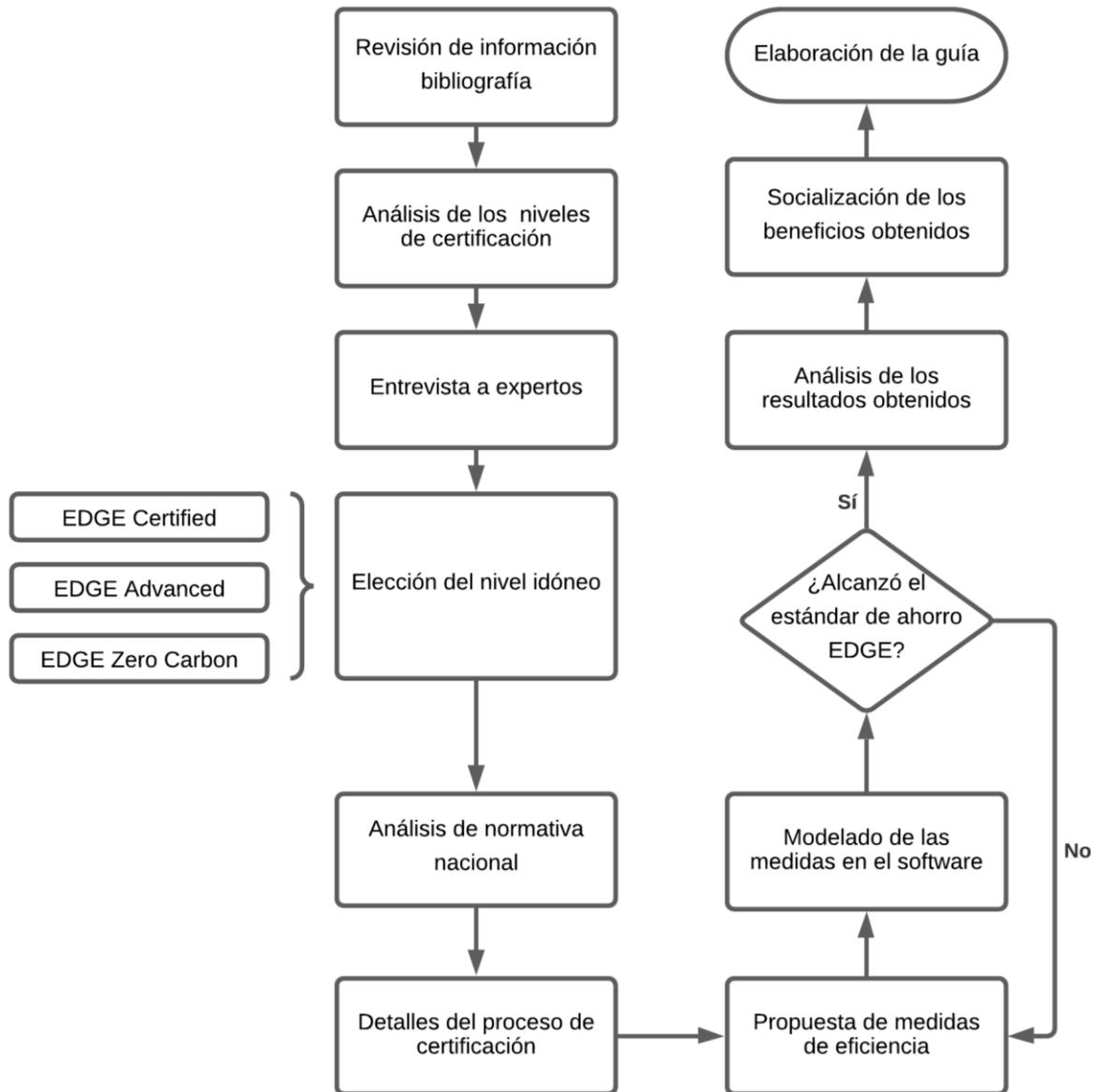


Figura 2.1 Diagrama de flujo aplicado en el desarrollo del proyecto, (Rivera & Toapanta, 2021)

La ejecución de la guía, de acuerdo con la metodología expuesta anteriormente, se encuentra detallada en el capítulo 3 y 4 de este documento.

2.2 Trabajo de campo, laboratorio y gabinete

Para la realización del presente proyecto, fue necesario una revisión bibliográfica profunda acerca de la Certificación EDGE, la mayoría de información relevante ha sido obtenida de la página oficial EDGE: <https://edge.gbci.org/>, en donde se proporciona datos y especificaciones necesarias para que un proyecto obtenga la certificación preliminar y final.

Además de la revisión bibliográfica, se realizó entrevistas al Arquitecto Daniel Rodríguez quien, en calidad de Auditor EDGE acreditado en Ecuador, aportó con conocimiento relevante para la ejecución de este proyecto. A continuación, se presenta una biografía del entrevistado:

Daniel Rodríguez Baldeón

Arquitecto, especializado en Diseño Sustentable en University College London (Reino Unido) en 2015. Experto y Auditor EDGE desde el 2016, único profesional del Ecuador acreditado con USGBC Faculty (Capacitador acreditado por el Consejo Estadounidense de Edificios Sostenibles). Cofundador del estudio de Arquitectura, Construcción Sostenible y Urbanismo “En.Te Design”, una de las principales empresas con experiencia en construcción sostenible en el Ecuador.



Cuenta con experiencia en más de 100000 m² de superficie certificada bajo criterios de construcción sostenible en Ecuador, Reino Unido y México. Capacitador e instructor de la certificación EDGE y temas relacionados con la construcción sostenible.

2.3 Análisis de alternativas

2.3.1 Restricciones

2.3.1.1 Restricciones técnicas

Los proyectos de diseño y construcción de entidades financieras para poder obtener una certificación EDGE, deben cumplir con los lineamientos y especificaciones de la norma EDGE. Se demuestra el cumplimiento de las

medidas de eficiencia a través de la documentación técnica que debe ser presentada ante el Auditor y Certificador del proyecto.

Por definición de la certificación EDGE, se debe cumplir con un ahorro mínimo del 20% en energía, agua y energía incorporada en materiales, que deberá ser demostrado mediante el software EDGE y la documentación correspondiente a cada medida de eficiencia especificada en “Guía de Usuario EDGE”.

Adicionalmente y de manera opcional, se podrá cumplir con las especificaciones de construcción sostenible establecidas por la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11 capítulo 13 “Eficiencia energética en la Construcción en Ecuador”, NEC – HS – EE “Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales” y NEC – HS – ER “Energías Renovables”. Estas normas están basadas en códigos internacionales de construcción sostenible y su objetivo principal es fomentar la construcción bajo criterios de ahorro de recursos naturales, eficiencia energética y sostenibilidad en el Ecuador.

El software EDGE permite al usuario implementar soluciones técnicas durante la etapa de diseño del proyecto basándose en el rendimiento económico y análisis ambiental, sin embargo, EDGE no debe ser empleado para determinar dimensiones de un sistema o equipo.

2.3.1.2 Restricciones económicas

Hay que tener en cuenta que es prácticamente imposible crear una base común de costo y financiamiento para todos los proyectos de construcción, ya que, cada uno tiene su diseño, costo y construcción distinto. Cada proyecto tiene un retorno de inversión variable es por esta razón que cada proyecto requiere un análisis económico diferente. En este proyecto se busca obtener equipos y materiales de la mejor calidad, pero a un costo mínimo es decir obtener un equilibrio entre calidad y precio para alcanzar la certificación EDGE.

Se debe destacar el hecho de que el software EDGE, pese a la atractiva evaluación financiera que otorga, no puede ser utilizado para un análisis detallado de rentabilidad del proyecto.

2.3.1.3 Restricciones Ambientales

Los criterios, métodos y técnicas de construcción deben estar alineados para lograr una certificación EDGE, además, se debe armonizar y contrastar el entorno en donde será construido el edificio, de tal manera que tenga un impacto visual ecológico. Los profesionales encargados del diseño y construcción deben llevar una adecuada comunicación y colaboración, de tal manera que el producto final incorpore todos los criterios de diseño sostenibles requeridos.

La certificación EDGE no determina el impacto ambiental que genera un edificio a su entorno circundante, es por esta razón que, se recomienda realizar un Estudio de Impacto Ambiental, tomando en cuenta el procedimiento que se describe en el capítulo 5 de este documento.

2.3.1.4 Restricciones sociales

A demás de que el diseño debe estar en armonía con el medio, es importante que llame la atención del cliente, por lo tanto, el diseño arquitectónico debe cumplir con las exigencias del mercado nacional e internacional.

2.3.2 Alternativas

Niveles de certificación EDGE:

- Nivel 1, EDGE Certified
- Nivel 2, EDGE Advanced
- Nivel 3, Zero Carbon

Para la selección de la alternativa óptima para la ejecución de proyectos de diseño y construcción de entidades financieras, se realizó un análisis detallado de los beneficios que otorgan los diferentes niveles de certificación a partir de casos de estudio realizados en la región, las investigaciones analizadas son:

- **Estudio A:** “Rehabilitación sostenible de edificios bajo objetivos de reducción energética y de impacto ambiental aplicando normas de certificación EDGE: Caso de estudio Edificio 6 (FICA) de la Escuela Politécnica Nacional”, (Arévalo & Noroña, 2021)

País: Ecuador

Descripción del proyecto: El caso de estudio analizado es un edificio de 7500m² en el cual se aplicaron medidas de eficiencia en el consumo de

energía y agua para proponer una rehabilitación del edificio construido de manera tradicional y alcanzar la certificación EDGE Certified. El estudio muestra un análisis económico y ambiental entre el edificio tradicional y la propuesta de rehabilitación bajo criterios EDGE.

- **Estudio B:** “Comparación de factores económicos y ambientales entre un proyecto constructivo de Vivienda de Interés Social (VIS) convencional y uno con la implementación EDGE en Bogotá”, (Ocampo & Tarazona, 2020).

País: Colombia

Descripción del proyecto: Se implementan medidas de eficiencia en el consumo de energía, agua y materiales para una vivienda de interés social de 44.98 m² que constituye un subproyecto de un total de 2337 m² de construcción. En esta investigación se aplican diferentes medidas de eficiencia con la finalidad de alcanzar los niveles de certificación EDGE Certified y EDGE Advanced. El estudio muestra los beneficios económicos y ambientales obtenidos para los dos niveles de certificación alcanzados.

- **Estudio C:** “Beneficios de Construir edificaciones multifamiliares con certificación EDGE en la zona 3 del distrito de Cusco, en base a los bonos de la Ordenanza Municipal N° 25-2019-MPC” (Romero et al., 2020)

País: Perú

Descripción del proyecto: Se analiza un edificio multifamiliar con un área de construcción de 1619.67 m². En el estudio se analiza el estado actual del edificio bajo criterios EDGE y se implementan diferentes medidas de eficiencia para alcanzar una certificación EDGE Certified. Finalmente se realiza un análisis económico detallada en donde se determinan los beneficios de la certificación EDGE Certified sobre la construcción tradicional.

A partir de los casos de estudio mostrados, se analizaron los siguientes criterios para cada nivel de certificación:

2.3.2.1 Nivel 1, EDGE Certified

Requisitos

Esta certificación se la puede solicitar tanto en la etapa de diseño y operación del edificio, obteniendo la certificación preliminar y final respectivamente. El requisito principal para acceder a la certificación EDGE Certified es la presentación y

aprobación de la documentación exigida por el Auditor y Certificador, en donde se respalda el cumplimiento de las medidas de eficiencia EDGE y el porcentaje de ahorro requerido por este nivel de certificación.

La documentación requerida para cada medida de eficiencia EDGE se detalla en el capítulo 3.

Renovación de la certificación

Una vez que el proyecto ha recibido la certificación EDGE Certified, no se requiere de una renovación de la misma. Tomar en cuenta que, la certificación Preliminar tiene una vigencia de 36 meses desde su emisión o 12 meses después de que el proyecto esté culminado.

Impacto ambiental

El impacto ambiental es directamente proporcional a las medidas de eficiencia implementadas y a los niveles de ahorro obtenidos en el proyecto. Según el estudio realizado por (Ocampo & Tarazona, 2020), para un proyecto de Vivienda de interés social VIS de 2337 m², se obtiene los siguientes ahorros con la certificación EDGE Certified:

- Ahorro de energía: 22.71 kWh/m²/año
- Ahorro de agua: 0.7m³/m²/año
- Ahorro de energía incorporada en materiales: 1.76 GJ/m²
- Ahorro en emisiones de CO₂: 4.12 tCO₂/m²/año

El caso de estudio tiene un 37.16% de ahorro en energía, 37.49% en agua y 58.74% en energía incorporada en materiales.

En el estudio realizado por (Arévalo & Noroña, 2021), para un proyecto de 7500 m², de tipo Educación, los ahorros obtenidos son los siguientes:

- Ahorro de energía: 9.40 kW/m²/año
- Ahorro de agua: 0.04m³/m²/año

En este caso, el ahorro en energía es de 22.16% y en agua 38.7%.

Para ambos casos de estudio, se observa que hay un ahorro significativo en cuanto a energía, agua, materiales y emisiones de CO₂. Sin embargo, el nivel de ahorro depende de otros factores como la tipología del edificio y las estrategias

de eficiencia implementadas, por lo tanto, no se puede establecer un porcentaje específico de ahorros para todos los proyectos, sin embargo, se muestra que el ahorro e impacto ambiental es notable para cada tipo de proyecto.

Beneficios de la banca local

La certificación EDGE es mundialmente reconocida y respaldada por el Banco Mundial, por lo tanto, las entidades bancarias desempeñan un papel fundamental al fomentar la certificación sostenible en los distintos proyectos de construcción. El Banco Pichincha, ProCredit, Produbanco y Bolivariano, ofrece diferentes beneficios a proyectos que adopten criterios de sostenibilidad.

El Banco Pichincha, por ejemplo, incentiva a los proyectos de uso residencial y mixtos a optar por la certificación EDGE, ofreciendo certificaciones gratuitas para proyectos pequeños, mientras que para proyectos grandes ofrece el servicio de expertos, auditores y certificación EDGE de forma gratuita. Adicionalmente, para estos proyectos ofrece una tasa de mercado de 8.95% y 11.23%, con un término normal de 28 meses (EDGE, 2021b).

El Banco ProCredit incentiva a los proyectos de uso residencial, comercial y mixtos a optar por la certificación EDGE, implementando un descuento del 0.5% sobre las tasas de financiamiento normales, así como también ofrece asistencia de un experto EDGE de forma gratuita durante la etapa de certificación. Este banco puede cubrir los costos de certificación de hasta un 80%, dependiendo de las evaluaciones internas de la entidad bancaria. Adicionalmente, para proyectos certificados dispone de un término de hasta 144 meses a comparación del término máximo normal de 96 meses, dando un periodo de gracia de 18 meses en dichos proyectos (EDGE, 2021b).

En la entrevista realizada al Arq. Daniel Rodríguez (Auditor EDGE en Ecuador), menciona que los beneficios de la banca local están sujetos a políticas internas propias de cada entidad financiera, mismas que varían cada cierto tiempo.

Costo de inversión en medidas EDGE y certificación

Según la entrevista realizada al Arq. Daniel Rodríguez, el costo de inversión para proyectos con certificación EDGE Certified en Ecuador, no supera el 1% del costo total del proyecto. Por otra parte, de acuerdo con el estudio realizado por (Romero et al., 2020), para el edificio residencial AMAUTA III de 1619.67 m² ubicado en

Cusco – Perú, el costo de inversión tiene un incremento del 8.6% del costo final del edificio para alcanzar un ahorro de 29.18% en energía, 37.76% en agua y 40.22% en energía incorporada en materiales. Según (U.S. Green Building Council, 2013), el costo de construcción de edificios bajo criterios de sostenibilidad se incrementa de 0.5 a 12% con respecto a una construcción tradicional, sin embargo, según una percepción subjetiva de los desarrolladores de proyectos sostenibles, el incremento es de 1 a 30%.

(Arévalo & Noroña, 2021) en su caso de estudio de 7500 m², se prevé un costo de inversión adicional de \$41,72 por metro cuadrado de construcción. Sin embargo, se debe tener en cuenta que este es un proyecto de rehabilitación, más no de diseño y construcción.

Ahorro en servicios públicos

Según (Arévalo & Noroña, 2021), el ahorro estimado en el consumo de energía eléctrica es de \$0,82/m²/año. En el pago del servicio de agua potable, se estima un ahorro de \$0,03/m²/año.

Para (Ocampo & Tarazona, 2020), en un proyecto con certificación EDGE Certified se estima un ahorro de servicios públicos (Agua y energía eléctrica) de \$1,82/m²/año lo que representa un 26% de ahorro.

Período de recuperación de la inversión

El período de recuperación de la inversión está ligado directamente con las medidas de eficiencia EDGE empleadas en cada proyecto. Según (Arévalo & Noroña, 2021), para un proyecto de rehabilitación de un edificio universitario el costo de inversión será recuperado al sexto año después de terminadas las labores de construcción del edificio. Cabe destacar que el período de recuperación de la inversión es dependiente del tipo de proyecto que se esté realizando, por lo tanto, no se puede generalizar los datos expuestos en esta sección.

Incremento de precio de venta

Un edificio con certificación EDGE Certified puede obtener un incremento aproximado del 14.7% del precio de venta de una construcción tradicional, lo que equivale a un incremento de aproximadamente \$50,00 por cada metro cuadrado de construcción certificada (Romero et al., 2020).

Implementación en el mercado nacional

El nivel de certificación EDGE Certified es el más aplicado a nivel nacional e Internacional debido a su fácil aplicabilidad tanto en diseño como en construcción. En Ecuador, de los 32 proyectos que tienen certificación EDGE, 26 tienen el nivel 1 de certificación, lo que indica que este nivel de certificación tiene una buena acogida dentro del mercado nacional.

2.3.2.2 Nivel 2, EDGE Advanced

Requisitos

Para acceder al nivel de certificación EDGE Advanced, el proyecto debe cumplir con un mínimo del 40% en ahorro de energía y un 20% en ahorro de agua y energía incorporada en materiales. Adicionalmente en el proceso de auditoría y certificación se debe presentar la documentación pertinente a cada medida de eficiencia EDGE.

Renovación de la certificación

Esta certificación se la puede solicitar tanto en la etapa de diseño y operación del proyecto, obteniendo la certificación preliminar y final respectivamente. No requiere ningún tipo de renovación.

Impacto ambiental

Las estrategias que se implementen en el nivel EDGE Advanced genera un mayor costo de inversión a comparación del EDGE Certified, sin embargo, se puede obtener un mayor ahorro en emisiones de CO₂ durante su uso. (Ocampo & Tarazona, 2020), establecen una comparativa entre los factores económicos y ambientales de un proyecto de vivienda, en la misma se contrastan los criterios utilizados para obtener una certificación EDGE Certified o EDGE Advanced, en donde se obtienen que, con los criterios propuestos para este nivel de certificación se estima una disminución en emisiones de CO₂ entre 32% y 49%, a comparación del primer nivel de certificación.

Adicionalmente se registraron los siguientes ahorros:

- Ahorro de energía: 25.28 y 27.36 kWh/m²/año
- Ahorro de agua: 0.98 y 1 m³/m²/año
- Ahorro de energía incorporada en materiales: 1.76 y 1.77 GJ/m²

- Ahorro en emisiones de CO₂: 4.95 y 7.56 tCO₂/m²/año

Beneficios de la banca local

Se puede acceder a los mismos beneficios que ofrece la banca local para EDGE Certified.

Costo de inversión en medidas EDGE y certificación

(Ocampo & Tarazona, 2020), realizaron una comparación de los factores económicos que interviene en un proyecto de vivienda con miras a obtener la certificación EDGE, en donde determinaron que tras aplicar los criterios para obtener la certificación EDGE Advanced, el costo por metro cuadrado se incrementó entre un 19% y 45% con relación al valor del proyecto construido de manera tradicional.

El costo de certificación varía dependiendo del tipo de proyecto que se requiera certificar, tomando en cuenta el área de piso de construcción libre de parqueaderos, revisar las tarifas en la tabla 3.7.

Ahorro en servicios públicos

(Ocampo & Tarazona, 2020), dan a conocer que el costo de servicios públicos se reduce entre un 32% y 49% con relación a un proyecto construido de manera convencional, lo que representa un ahorro de \$2,19 a \$3,33/m²/año.

Periodo de recuperación de la inversión

El costo de inversión será mucho mayor que un proyecto de construcción tradicional, y también se empleará un mayor número de criterios a comparación de una certificación EDGE Certified. (Ocampo & Tarazona, 2020), ponen en evidencia que el retorno de inversión obtenido en su proyecto de certificación EDGE Advanced es de 13 a 14 años.

Incremento de precio de venta

(Romero et al., 2020), realizan una comparación entre un proyecto de construcción tradicional y uno con certificación EDGE en donde ponen en evidencia que un proyecto con criterios sostenibles EDGE, incrementó su precio de venta en un 17% a comparación de un proyecto típico.

De acuerdo con la entrevista realizada al Arq. Daniel Rodríguez (Auditor EDGE en Ecuador), menciona que “Las certificaciones no hacen mucho impacto en el precio de venta por m². Eso lo determinan las condiciones de cada proyecto”.

Implementación en el mercado nacional

El mercado nacional cuenta con 32 proyectos con certificación EDGE, de los cuales 6 han logrado obtener la certificación EDGE Advanced, lo que representa un 18% de proyectos con el nivel 2 de certificación EDGE del total de proyectos certificados.

2.3.2.3 Nivel 3, Zero Carbon:

Requisitos

El tercer nivel corresponde a EDGE Zero Carbon la cual tiene por iniciativa global que para el 2030 los nuevos edificios no registren emisiones de carbono y para el 2050 todas las edificaciones generen cero emisiones de carbono. Se asemeja la certificación EDGE Advanced con la diferencia de que en este nivel se busca implementar el 100% de energías renovables en sitio y un 20% en ahorro de agua y energía incorporada en materiales. Para acceder a este nivel de certificación se debe cumplir con 3 requisitos:

1. El proyecto a certificar debe formar parte de los tipos de proyectos a los cuales EDGE emite la certificación, mismos que se incluyen en el software EDGE.
2. El proyecto debe haber estado 1 año como mínimo en funcionamiento y haber alcanzado el 75% de ocupación natural de la edificación.
3. El proyecto deberá obtener previamente la certificación EDGE Advanced.

Adicionalmente en el proceso de auditoría y certificación se debe presentar la misma documentación que para los niveles inferiores.

Para obtener por primera vez este nivel de certificación es importante que se tenga en cuenta la información a recopilar como por ejemplo el informe del software EDGE de haber alcanzado el 40% de ahorro en energía (Informe EDGE Advanced), fechas previstas de la certificación Zero Carbon, declaración de ocupación, Área del proyecto, Facturas de cada fuente de energía, así como las lecturas de todos los medidores, desempeño y certificado del propietario en caso de compra de compensaciones de carbono.

Renovación de la certificación

La renovación será cada 4 años para proyectos que cumplen con el 100% los criterios de Zero Carbon, implementando la generación de electricidad renovable en sitio, y cada 2 años para proyectos que cumplen con los criterios de Zero Carbon mediante la compra de electricidad renovable o con las compensaciones de carbono. El costo de renovación para este nivel de certificación se aplicará a cada periodo con un valor de \$500 o menos, a nivel de proyecto, adicionalmente de las tarifas de registro y de certificación.

Impacto ambiental

Este nivel de certificación busca reducir todas las emisiones de CO2 generadas en el proceso constructivo y funcionamiento de los edificios, lo cual implica un impacto ambiental positivo. La certificación EDGE Zero Carbon, resulta ser la más ideal desde un punto de vista ambiental.

Beneficios de la banca local

Se puede acceder a los mismos beneficios que la banca local ofrece para el primer y segundo nivel de certificación EDGE.

Costo de inversión en medidas EDGE y certificación

Al momento la industria de la construcción en Ecuador no cuenta con algún estudio o proyecto con la certificación Zero Carbon, por tanto, no se puede determinar la existencia de algún rédito más allá de la parte social y ambiental.

De acuerdo con el Arq. Daniel Rodríguez, si se busca obtener los niveles más altos de certificación EDGE, resulta evidente implementar un mayor número de criterios sostenibles, lo cual implica que el costo de inversión se vea incrementado.

Ahorro en servicios públicos

Optar por un nivel de certificación Zero Carbon, implica que se obtenga un ahorro del 100% en energía es decir no habrá gastos de energía eléctrica, siempre y cuando, toda la energía requerida sea generada en sitio.

Periodo de recuperación de la inversión

No se registran datos para este análisis.

Incremento de precio de venta

No se registran datos para este análisis.

Implementación en el mercado nacional

De acuerdo con la página oficial EDGE: <https://edge.gbci.org/>, en Ecuador aún no existen un proyecto que haya alcanzado el tercer nivel de certificación y en todo el mundo solo 3 proyectos han alcanzado este nivel de certificación: “ProCredit Bank Bulgaria Head Office” en Bulgaria, “Ufficio BJX” en México y “ArthaLand Century Pacific Tower” en Philippines.

2.3.3 Selección de la alternativa óptima

Para la selección de la alternativa optima, en cuanto a los niveles de certificación expuestos anteriormente, se presenta una tabla comparativa en donde se muestra los distintos datos obtenidos del estudio de proyectos en la Región (Perú, Colombia y Ecuador). A partir de los datos de los casos de estudio analizados, se elabora una matriz de análisis de alternativas que permite identificar la alternativa óptima para ser implementada dentro de los proyectos de JASSATELECOM. Sin embargo, la elección del nivel de certificación EDGE para un proyecto, será decisión exclusiva del propietario.

A continuación, se presenta la tabla comparativa de acuerdo a los datos analizados:

Tabla 2.1 Tabla comparativa según los estudios analizados de Perú, Ecuador y Colombia (Rivera & Toapanta, 2021)

Criterios	Alternativas		
	EDGE Certified	EDGE Advanced	Zero Carbon
Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios de ahorro • Documentación 	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios de ahorro • Documentación 	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios de ahorro • Certificación EDGE Advanced • 1 año de funcionamiento • 75% de ocupación
Renovación de la certificación	<ul style="list-style-type: none"> • No requiere 	<ul style="list-style-type: none"> • No requiere 	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 4 años con energía renovable en sitio. • Cada 2 años con compra de compensación de carbono
Impacto ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Ahorro de energía: 22.71 kWh/m²/año • Ahorro de agua: 0.7 m³/m²/año • Ahorro de energía incorporada en materiales: 1.76 GJ/m² • Ahorro en emisiones de CO₂: 4.12 tCO₂/m²/año 	<ul style="list-style-type: none"> • Ahorro de energía: 25.28 y 27.36 kWh/m²/año • Ahorro de agua: 0.98 y 1 m³/m²/año • Ahorro de energía incorporada en materiales: 1.76 y 1.77 GJ/m² • Ahorro en emisiones de CO₂: 4.95 y 7.56 tCO₂/m²/año 	<ul style="list-style-type: none"> • Ahorro de 100% en energía • Alta reducción de emisiones de CO₂. • Certificación perfecta en caso ideal.
Beneficios de la banca local	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de registro de Certificación gratuita • Período de gracia • Ampliación del período del crédito 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de registro de Certificación gratuita • Período de gracia • Ampliación del período del crédito 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de registro de Certificación gratuita • Período de gracia • Ampliación del período del crédito
Costo de inversión en medidas EDGE y certificación	<ul style="list-style-type: none"> • Depende del número de medidas de eficiencia implementadas. • Costo de inversión entre 0.5-12% del costo total. • Según perspectiva del desarrollador, entre 1-30% del costo total. 	<ul style="list-style-type: none"> • Depende del número de medidas de eficiencia implementadas. • Incremento entre 19 y 45% del costo total. • Según perspectiva del desarrollador, entre 1-30% del costo total. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor número de medidas implementadas que generan un mayor costo de inversión.
Ahorro en servicios públicos	<ul style="list-style-type: none"> • Ahorro de energía: \$0.82/m²/año • Ahorro de agua: \$0.03/m²/año • Ahorro de electricidad y agua: \$1.82/m²/año • Aproximadamente un 26% de ahorro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ahorro de electricidad y agua: entre \$2.19//m²año /año y \$3.33/m²/año • Aproximadamente entre 32 y 49% de ahorro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ahorro de 100% en energía eléctrica siempre y cuando se utilice energía renovable en sitio.

Periodo de recuperación de la inversión	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperación en 6 años 	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperación entre 13 y 14 años 	<ul style="list-style-type: none"> • No se registran datos
Incremento de precio de venta	<ul style="list-style-type: none"> • Determinado por condiciones del proyecto • 14.7% con respecto al proyecto tradicional 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinado por condiciones del proyecto • 17% con respecto al proyecto tradicional 	<ul style="list-style-type: none"> • No se registran datos específicos, sin embargo, depende de las condiciones del proyecto.
Implementación en el mercado nacional	<ul style="list-style-type: none"> • 26/32 del total de proyectos EDGE en Ecuador. 	<ul style="list-style-type: none"> • 6/32 del total de proyectos EDGE en Ecuador. 	<ul style="list-style-type: none"> • 0/32 del total de proyectos en Ecuador. • A nivel mundial existen 3 proyectos: ProCredit Bank en Bulgaria, Ufficio BJX en México y ArthaLand Century Pacific Tower en Philippines.

De acuerdo con los datos de la tabla anterior, se realizó la siguiente matriz de selección para identificar la alternativa óptima.

Tabla 2.2 Matriz para selección de alternativas (Rivera & Toapanta, 2021)

Criterios	Puntaje	Alternativas		
		EDGE Certified	EDGE Advanced	Zero Carbon
Requisitos	10	10	10	5
Renovación de la certificación	10	10	10	3
Impacto ambiental	15	10	13	15
Beneficios de la banca local	10	8	8	8
Costo de inversión en medidas EDGE y certificación	15	12	8	5
Ahorro en servicios públicos	10	7	8	9
Periodo de recuperación de la inversión	10	9	7	5
Incremento de precio de venta	10	8	8	8
Implementación en el mercado nacional	10	10	2	0
Total	100	84	74	58

La puntuación que se presenta en la tabla 2.2 corresponde a las características y beneficios que ofrece cada uno de los niveles de certificación de acuerdo con el análisis realizado previamente en los diferentes casos de estudio. Se ha otorgado la máxima puntuación para el impacto ambiental y para el costo de inversión en medidas EDGE y certificación.

Desde un punto de vista objetivo y basándonos en la información bibliográfica analizada, se puede decir que el impacto ambiental es uno de los factores decisivos en la elección de una alternativa en este proyecto. Por lo tanto, otorgar una puntuación máxima en este criterio resulta lo más conveniente.

Tomando en cuenta que el presente proyecto será implementado por la empresa JASSATELECOM, el criterio de Costo de inversión en medidas EDGE y certificación toma un valor significativo ya que representa un ahorro de tiempo y dinero para la empresa.

A partir del puntaje obtenido en la tabla 2.2, se observa que la mejor alternativa es optar por el nivel de certificación EDGE Certified, que evidentemente otorga

mejores beneficios en cuanto a Implementación en mercado nacional, Periodo de recuperación de la inversión y Costo de inversión en medidas EDGE y certificación.

Adicionalmente, al no existir una diferencia notable en cuanto a los beneficios de la banca local sobre los niveles de certificación EDGE Advanced y Zero Carbon resulta conveniente para la empresa JASSATELECOM optar por una certificación EDGE Certified, ya que representarían menores costos en cuanto a equipos a implementar para cumplir con los criterios EDGE.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Criterios Arquitectónicos de Diseño

3.1.1 Confort

3.1.1.1 Confort térmico

Este parámetro garantiza condiciones climáticas aceptables y cómodas al interior de las edificaciones. Para este criterio las edificaciones deben mantenerse entre distintos rangos:

- Temperatura ambiente en la edificación: entre 18 °C y 26°C
- Temperatura radiante media de superficie: entre 18 °C y 26°C
- Porcentaje de humedad: entre 40% y 60%
- Velocidad del viento: 0.05 m/s y 0.15 m/s

3.1.1.2 Confort acústico

Es importante tomar en cuenta los parámetros de Aislamiento acústico y acondicionamiento acústico. Si no se tiene un buen tratamiento acústico la audición y el sistema nervioso pueden verse afectados.

Para el aislamiento acústico, se debe enfocar en materiales que impidan el ingreso del ruido proveniente de exteriores hacia las partes internas de la edificación. Para el acondicionamiento acústico se debe tomar en cuenta la superficie de los materiales interiores que amplifican el ruido sobrepasando los niveles de confort.

La NEC 11 propone una tabla con los valores máximos de ruidos producidos para cada actividad o lugares en una edificación.

Tabla 3.1 Tabla de valores máximos de ruido por actividad o lugar, (NEC, 2011)

Actividad / Lugares	Niveles máximos [dB]
Locales comerciales	70
Oficinas	60
Estudio, dormitorios, bibliotecas, hoteles, zona de estar.	50
Aulas	55
Hospitales, centros médicos	45
Lugares no estúpidos anteriormente	75

3.1.2 Consideraciones constructivas de diseño

3.1.2.1 Forma

La forma de la edificación depende de parámetros como el clima predominante en cada región.

- Para zonas con clima cálido y húmedo es recomendable emplear edificaciones elevadas con aberturas para optimizar la ventilación.
- Para zonas con clima cálido y seco es recomendable emplear construcciones compactas con el objetivo de mitigar la variación de temperatura de la edificación.
- Para zonas con clima frío se recomienda emplear construcciones compactas con el objetivo de mitigar la infiltración del aire.

3.1.2.2 Orientación del edificio

La importancia de este parámetro radica en aprovechar la exposición a la radiación solar y al viento, que influyen en la temperatura y humedad del ambiente de una edificación. Otro punto importante es tomar en consideración los acuerdos de uso y horas de ocupación de los diferentes espacios al momento de orientar la edificación.

3.1.2.3 Ganancia y protección solar

- Optimización de energía solar en zonas frías: Se recomienda que para almacenar la radiación solar se empleen elementos macizos como hormigón, piedra o arcilla, permitiendo la acumulación de calor en la fachada o muros interiores. También es importante mitigar el intercambio de temperatura con el exterior disminuyendo el movimiento del aire y utilizando materiales de aislamiento térmico.
- Optimización energía solar en zonas cálidas: Se recomienda que para controlar la radiación directa se empleen elementos constructivos de protección solar como persianas, batientes, pérgolas o superficies acristaladas con bajo coeficiente de transmisión energética externa. También es importante disipar el calor empleando ventilación natural.

3.1.2.4 Ventilación y calidad del aire

El intercambio de aire entre el interior y el exterior es un factor importante para regular la temperatura en una edificación, para ello se debe disponer de una adecuada ventilación con el objetivo de disminuir la sensación de calor.

- En zonas climáticas frías: Se debe procurar evitar las pérdidas de calor en los espacios interiores tras la infiltración del aire.
- En zonas climáticas cálidas: Se recomienda estimular el intercambio de aire exterior con el interior, equilibrando la temperatura ambiente.

3.1.2.5 Materiales de construcción

En este criterio se recomienda tomar en cuenta la cantidad de energía incorporada, así como también las propiedades térmicas, acústicas, químicas y disposición final de los materiales.

3.1.3 Elementos arquitectónicos

3.1.3.1 Accesos

Tomando en cuenta el tipo de clima, es recomendable que el acceso principal sea cerrado a manera de esclusas para mitigar las pérdidas de aire caliente o frío al interior de la edificación.

3.1.3.2 Muros y fachadas

Se recomienda que estos elementos puedan cumplir con la transmitancia térmica, considerando la zona climática y la pérdida o ganancia de energía.

3.1.3.3 Pisos y cubiertas

Es importante considerar la capacidad de transmisión térmica de estos elementos, ya sea para ganar o perder calor. Considerar elementos como cámaras de ventilación, cubiertas de jardín o elementos con la capacidad de captar energía solar.

3.1.3.4 Paredes interiores

Es recomendable emplear sistemas constructivos versátiles y sencillos de instalar, que garanticen el confort térmico y acústico, mismas que permitan adaptarse y satisfacer las necesidades de los usuarios en la edificación.

3.1.3.5 Ventanas y lucernarios

Tomando en cuenta parámetros como viento, uso de espacio, orientación y zonas climáticas, se recomienda considerar la relación ventanas y lucernarios que cumplan con la protección térmica, ventilación e iluminación natural.

3.1.3.6 Color

Se recomienda considerar la reflexión y la calidad de la luz natural o artificial sobre las superficies coloreadas.

En interiores se recomienda colores claros que eviten la fatiga visual, procurando una capacidad de reflectancia de entre el 50% y 60% para aumentar la luminosidad interior.

La NEC 11 propone una tabla con los porcentajes de reflexión en función de algunos colores empleados en las edificaciones.

Tabla 3.2 Reflexión de radiación solar en función del color de la superficie (NEC, 2011)

Índice de reflexión de colores usados en edificaciones	
Color	% Reflejado
Blanco cal	80
Amarillo limón	70
Amarillo Oro	60
Azul claro	40-50
Rosa salmón	40
Gris cemento	32
Anaranjado	25-30
Beige	25
Verde vegetal	20
Ladrillo	18
Rojo	16
Negro	5

3.2 Requerimientos de diseño según la NEC

3.2.1 Orientación del edificio

La orientación del edificio está definida por la dirección de la fachada frontal, es decir si se dice que un edificio está en dirección noreste, quiere decir que, si se traza una flecha perpendicular a la fachada principal, esta estará ubicada en dirección noreste, tal como se muestra en la siguiente figura.

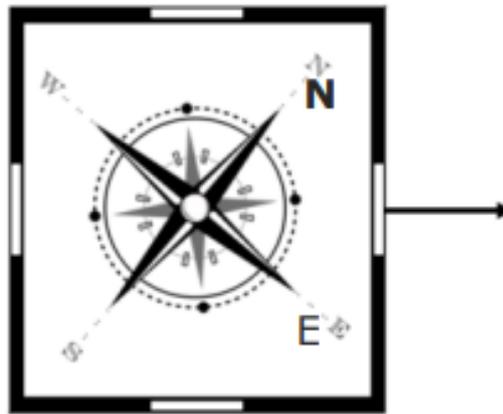


Figura 3.1 Orientación noreste de un edificio (IFC, 2021)

La orientación del edificio está en función de:

- Necesidad de protección solar
- Necesidad de ganancia solar
- Calidad del aire
- Aislamiento acústico
- Ventilación

Para las zonas climáticas de menor temperatura como ZT1, ZT2 y ZT3, se aconseja orientar las fachadas en dirección Este y Oeste, garantizando un incremento de luz solar durante la mañana y la tarde.

Para las zonas climáticas con temperaturas y humedad elevadas como ZT4, ZT5 y ZT6, se aconseja orientar las fachadas en dirección Norte y Sur, garantizando la protección de la insolación a medio día.

Para determinar la orientación de un edificio, se presenta el siguiente diagrama:

Tabla 3.5 Porcentaje máximo de ventanas con vidrio reflectivo SGCH<0.4 y U<5.4

Zona climática	Orientación		
	N-S	NO-SO-NE-SE	E-O
ZT4	85	60	45
ZT5	75	55	40
ZT6	65	50	35

3.2.3 Calidad del aire y ventilación

Para garantizar comodidad y seguridad de los ocupantes de un edificio, es importante que en el diseño se establezca un sistema de ventilación que estará en función del número de personas o concentración de CO₂.

Para oficinas, residencias, hoteles, edificios públicos, etc., se debe garantizar una calidad media del aire, de tal manera que el caudal mínimo de renovación de aire sea de 10L/s/persona y la concentración máxima de CO₂ sea de 650ppm.

Los sistemas de ventilación pueden ser naturales, mecánicos o híbridos, sin embargo, se prefiere los sistemas naturales ya que no requieren de consumo de energía adicional.

3.2.4 Iluminación

La iluminación del edificio debe cumplir los siguientes criterios:

- Confort visual: que no se afecte la salud ni bienestar de los ocupantes del edificio.
- Prestación visual: garantizar que el usuario pueda realizar sus actividades visuales y por largos períodos de tiempo.
- Seguridad: utilizar equipos eficientes.

3.3 Proceso de certificación EDGE

Un proyecto de construcción nuevo puede obtener la certificación Preliminar para el diseño y la Certificación EDGE en la ejecución del proyecto. En el caso de renovación de un proyecto, solo se aplica la Certificación EDGE para cualquiera de los tres niveles de Certificación que el proyecto califique.

A continuación, se presenta una figura en donde se puede apreciar el proceso de certificación y los involucrados durante el diseño y construcción de un proyecto:



Figura 3.3 Proceso de certificación EDGE, (EDGE, 2021c)

El Experto EDGE es una persona capacitada y acreditada que forma parte del equipo de diseño y construcción del proyecto y acompaña en el proceso de certificación, aportando criterios importantes para que el proyecto cumpla con los requisitos EDGE.

El Auditor EDGE es la persona acreditada que realiza la auditoría de diseño y auditoría en sitio, en donde se califica el proyecto en las etapas de diseño y construcción para su posterior certificación.

El GBCI (Certificadora) es considerado como un revisor externo de los informes y reportes preparados por el Auditor EDGE.

3.3.1 Creación del proyecto en la Aplicación EDGE

Para poder certificar un proyecto, es importante que sea creado mediante el software gratuito EDGE, en el panel de control se deberá colocar el nombre del proyecto, se seleccionará la GBCI como la entidad encargada de otorgar la certificación y, además, se deberá ingresar toda la información básica relacionada con el proyecto que se detalla en el siguiente capítulo. Finalmente se procederá a completar y a enviar el formulario final.

Dependiendo del tipo de proyecto que se quiera certificar, se procederá a realizar una autoevaluación tomando en cuenta las medidas de eficiencia y los distintos parámetros de diseño que incorpora el software, mismas que están enfocados al ahorro energético, agua y materiales incorporados.

3.3.2 Registro del proyecto en el GBCI y pago de los valores del registro

Tras haber creado y autoevaluado la edificación en el software EDGE, se procede a registrar el mismo en el GBCI, para dar seguimiento al proceso. Este realizará un seguimiento del proyecto a registrarse e indicará los pasos posteriores a este. Adicionalmente se proporcionará la información necesaria sobre los valores de facturación a cancelar, mismas que dependerán de las dimensiones de la edificación.

Finalmente, la GBCI emitirá una factura con relación a la tarifa de registro y una vez realizado el pago de los valores pendientes, el proyecto será considerado como registrado.

3.3.3 Selección de un Auditor EDGE

En este punto, el proceso de auditoría del proyecto deberá estar a cargo de un Auditor, mismo que deberá estar registrado y autorizado por el GBCI. EDGE pone a disposición el contacto de los distintos auditores autorizados en cada país. Para Ecuador, los profesionales acreditados para brindar servicio de Auditoría EDGE son:

Tabla 3.6 Listado de Auditores EDGE acreditador en Ecuador (GBCI, 2021)

Nombre	Contacto	Empresa
Adriana Benalcázar	Telf. 0987231275 Correo: adriana@ab-arquitectura.com	AB Arquitectura
Daniel Rodríguez	Telf. 0987863868 Correo: droduiguez@entedesign.com	En.Te. Design
Jonathan Santamaría	Telf. 0993523885 Correo: j.santamaria.ec@gmail.com	En.Te. Design
Mauro Cepeda Ortiz	Telf. 0984088665 Correo: mauro@arch-bioec.com	Arch-BIO (Arquitectura con Enfoque Bioclimático)
Santiago Morales Flores	Telf. 0998005615 Correo: santiago@arch-bioec.com	Arch-BIO (Arquitectura con Enfoque Bioclimático)
Viviana Cabrera	Telf. 0984591739 Correo: vi2salo@hotmail.com	Sustainable Architecture

Es importante mantener el contacto desde el primer momento con el Auditor, pues será la persona encargada de emitir una evaluación objetiva e imparcial del proyecto, en donde se determinará si cumple con los distintos criterios para la certificación.

Con respecto al Auditor EDGE, es importante tener en cuenta lo siguiente:

- Se deberán llegar a un acuerdo con respecto a los honorarios.
- El costo que genere la contratación de un Auditor EDGE, es independiente de los valores generados durante el registro del proyecto.
- Se podrá acceder al servicio de un Auditor EDGE que se encuentre debidamente registrado y autorizado en la página web de EDGE.
- El Auditor no hará las veces de un Experto EDGE, es decir no deberá proporcionar el servicio de diseño o consultoría en el proyecto.
- El propietario o encargado responsable del proyecto deberá entrar en contacto con el Auditor, antes de solicitar la certificación.
- En caso de no disponer de un Auditor en el país o de no contratar a ningún Auditor que se encuentre registrado, el propietario o encargado tendrá la posibilidad de solicitar una cotización al GBCI con respecto a este servicio.

3.3.4 Envío de solicitud y pago de los valores de la certificación

Tras haber realizado los procesos previos en el software EDGE y los establecidos por el Auditor, se deberá recopilar y enviar toda la documentación pertinente que demuestren los distintos ahorros obtenidos al implementar los criterios establecidos para la certificación. La documentación deberá ser cargada y enviada mediante el software y posteriormente será revisada a detalle por el Auditor.

3.3.5 Revisión del proyecto por parte del Auditor EDGE y GBCI

El Auditor y GBCI realizarán una revisión minuciosa de la documentación presentada, para que el proyecto obtenga la certificación EDGE. El proceso de revisión se detalla a continuación:

3.3.5.1 Auditoría de diseño

La auditoría de diseño permite que el proyecto obtenga o no la certificación EDGE preliminar.

1. Toda la información y documentación deberá ser enviada al Auditor para que empiece la auditoría de diseño.
2. El Auditor revisa que la solicitud esté completa al igual que la documentación requerida de acuerdo con las exigencias establecidas por EDGE. Se informará al cliente que aspectos fueron aprobados y cuales carecen de información suficiente. El Auditor será quien informe sobre las resoluciones tomadas durante la revisión de la documentación.
3. La información y documentación faltante o adicional solicitada por el Auditor, deberá ser entregada en un plazo de 20 a 25 días hábiles a partir de la notificación realizada por el Auditor.
4. Una vez revisada toda la información adicional, el Auditor toma una decisión, si está de acuerdo con el diseño del edificio y considera que cumple los requisitos mínimos de la certificación EDGE, realizará una recomendación al GBCI para que se otorgue la Certificación Preliminar.
5. GBCI realizará una última y detallada revisión a la documentación presentada, para verificar que la Auditoría esté completa y se emitirá la Certificación Preliminar.

Se debe tener en cuenta que la Certificación Preliminar tiene una vigencia de 36 meses después de su emisión o 12 meses de que el proyecto esté concluido, a menos de que GBCI haya enviado una solicitud de excepción por escrito.

Además, se debe considerar que los proyectos que están próximos a terminar su construcción, pueden omitir su Auditoría de diseño sin penalización para obtener la Certificación EDGE final.

3.3.5.2 Auditoría del Sitio

1. Una vez que el proyecto se encuentre construido, el Auditor realizará una auditoría del sitio, con la finalidad de verificar que el edificio cuenta con los requisitos EDGE establecidos en el diseño. Se debe proporcionar toda la documentación del proyecto durante la fase de construcción antes de que el Auditor realice la visita del sitio.
2. Si el Auditor considera que la construcción del edificio cumple con los requisitos mínimos EDGE, realizará una recomendación a GBCI para que se otorgue la Certificación EDGE.

3. La auditoría realizada por el Auditor, será revisada por GBCI para verificar su cumplimiento y se emitirá la Certificación EDGE.

3.3.5.3 Apelación

En caso de que el proyecto no obtenga la Certificación Preliminar o EDGE, se puede enviar información actualizada y corregida y enmendar la solicitud inicial. El Auditor y GBCI se encargarán de revisar la información, sin embargo, hay que destacar que esta apelación tiene una tarifa adicional.

GBCI enviará un informe de revisión de la apelación. En un plazo de 20 a 25 días se enviará el informe y la Certificación Preliminar o EDGE.

3.3.5.4 Consultas Técnicas

El Auditor es el principal contacto para aclarar dudas referentes al proceso y sistema de Certificación EDGE. En caso de que se requiera una aclaración en cuanto a requisitos, se puede consultar al Auditor, sin embargo, el Auditor no puede proporcionar servicios de consultoría para el diseño y construcción del edificio que se pretende certificar.

3.3.5.5 Datos adicionales

- Revisiones aceleradas por parte de GBCI (Con una reducción a la mitad del cronograma estándar) tendrá una tarifa adicional de \$ 2750 y la comunicación con GBCI debe ser 15 días antes de la auditoría de diseño o del sitio.
- La Auditoría de Diseño como la Auditoría del Sitio tienen una duración aproximada de 10 días cada una. Tomar en consideración que cada proyecto es diferente, por lo tanto, el cronograma no es estándar.

3.3.6 Obtención de la Certificación Preliminar o EDGE

El Certificado Preliminar y EDGE serán emitidas exclusivamente por GBCI una vez que se ha realizado las revisiones respectivas. Para que un proyecto sea certificado con EDGE Advanced, no se requiere de tarifas adicionales o un proceso diferente, simplemente se debe cumplir con un 40% de ahorro en energía y 20% de ahorro en agua y energía incorporada en materiales.

3.3.6.1 Promocionar un proyecto Certificado

Una vez obtenida la Certificación EDGE, es importante promocionar los resultados, de esta manera la empresa JASSATELECOM puede resaltar dentro del mercado nacional e internacional como una empresa que aporta a la construcción sostenible.

3.3.6.2 Datos del proyecto utilizados por GBCI

Todo proyecto que está certificado cuenta como proyecto “público” y estará incluido dentro del directorio de proyectos públicos, en donde pueden ser buscados por el público en general o miembros de medios de comunicación.

Los datos que aparecen en el directorio son: nombre del proyecto, proyecto ID, dirección, fecha de registro, fecha de certificación, ahorro de energía, agua y materiales, medidas EDGE, nombre del propietario y tipo de edificio.

3.3.6.3 Revocación de la Certificación Preliminar o EDGE

Todo proyecto deberá conservar todos los informes y documentación utilizados para las auditorías en el sitio del proyecto certificado durante 2 años a partir de recibir la certificación.

3.3.7 Tarifa de Certificación

El costo de la tarifa de certificación de un proyecto es directamente proporcional a la superficie que se desea certificar, sin incluir el área prevista para estacionamientos. El costo de registro del proyecto es de \$300, adicionalmente, para el cálculo de la tarifa de certificación se proporcionan los siguientes datos:

Tabla 3.7 Precios referenciados para cálculo de tarifa de certificación (GBCI, 2021)

Área de construcción sin incluir estacionamientos (m²)	Costo por (m²)	Precio mínimo
0 – 25000 m ²	\$ 0.27	\$ 2250
25001 – 50000 m ²	\$ 0.22	\$ 6750
> 50000 m ²	----	Tarifa fija de \$ 11000

3.4 Implementación de medidas de eficiencia

3.4.1 Criterios de evaluación EDGE

Según la Guía del Usuario EDGE (IFC, 2021), los criterios de evaluación se dividen en: medidas de eficiencia en consumo de energía, en consumo de agua y en el uso de materiales. En esta sección se detallan todas las medidas de eficiencia que se pueden implementar según EDGE para construcción de oficinas con sus respectivos códigos.

3.4.1.1 Medidas de eficiencia en consumo de energía

A través de la implementación de equipos y tecnología especializada, se busca lograr una reducción de al menos el 20% en el consumo de energía, sin afectar la salud y bienestar de los ocupantes del edificio ni la funcionalidad del mismo. El aprovechamiento de la luz natural es uno de los criterios más importantes dentro del ahorro energético del edificio según la normativa ASHRAE 90.1-2019. Las medidas de eficiencia energética propuestas por EDGE son las siguientes:

Tabla 3.8 Medidas de eficiencia energética (IFC, 2021)

Código	Descripción
EEM01*	Relación ventana-pared
EEM02	Techo reflectante
EEM03	Paredes exteriores reflectantes
EEM04	Dispositivos de sombreado externos
EEM05*	Aislamiento del techo
EEM06*	Aislamiento de suelo/losa de piso elevado
EEM07	Techo verde
EEM08*	Aislamiento de paredes externas
EEM09*	Eficiencia del vidrio
EEM10	Infiltración de aire de envolvente
EEM11	Ventilación natural
EEM12	Ventiladores de techo
EEM13*	Eficiencia del sistema de refrigeración
EEM14	Accionamientos de velocidad variable
EEM15	Sistema de preacondicionamiento de aire fresco
EEM16*	Eficiencia del sistema de calefacción de espacios
EEM17	Controles de calefacción de habitaciones con válvulas termostáticas
EEM18	Eficiencia del sistema de agua caliente (ACS)
EEM19	Sistema de precalentamiento de agua caliente
EEM20	Economizadores

EEM21	Control de demanda de ventilación mediante sensores de CO2
EEM22	Iluminación eficiente para interiores
EEM23	Iluminación eficiente para control de iluminación externa
EEM24	Controles de iluminación
EEM25	Lucernarios
EEM26	Control de demanda de ventilación para estacionamientos con sensores CO2
EEM27*	Aislamiento para almacenamiento en frío
EEM28	Refrigeración eficiente para almacenamiento en frío
EEM29	Frigoríficos eficientes y lavadoras de ropa
EEM30	Suministradores para sistemas de calefacción y/o refrigeración
EEM31	Medidores inteligentes para energía
EEM32	Correcciones del factor de potencia
EEM33	Energía renovable en in situ
EEM34	Medidas adicionales de ahorro de energía
EEM35	Adquisición de energía renovable fuera del sitio
EEM36	Compensaciones de carbono
EEM37	Refrigerantes de bajo impacto

Las medidas de eficiencia marcadas con un asterisco (*) corresponden a medidas obligatorias que pueden o no ser implementadas en el proyecto. EDGE obliga a ingresar el rendimiento real de la medida dentro del software, independientemente de si la medida causa efectos negativos en el proyecto o si genera ahorros de energía, siempre y cuando dicha medida esté dentro del proyecto.

3.4.1.2 Medidas de eficiencia en consumo de agua

Para obtener al menos un 20% de ahorro en agua, la Guía del Usuario EDGE (IFC, 2021), propone medidas de eficiencia en donde se incluyen aparatos y equipos sanitarios con tecnología para lograr el objetivo de ahorro de agua sin comprometer la funcionalidad del sistema hidrosanitario ni la salud y bienestar de los ocupantes del edificio.

Tabla 3.9 Medidas de eficiencia de consumo de agua EDGE (IFC, 2021)

Código	Descripción
WEM01	Duchas de uso eficiente de agua
WEM02*	Grifos de bajo consumo de agua para baños privados/todos
WEM03*	Grifos de bajo consumo de agua para baños públicos
WEM04*	Inodoros eficientes para baños privados/todos
WEM05*	Inodoros eficientes para baños públicos
WEM06	Bidet de bajo consumo de agua

WEM07	Urinaros de bajo consumo de agua
WEM08*	Grifos de bajo consumo de agua para fregaderos de cocina
WEM09	Lavavajillas de bajo consumo
WEM10	Válvulas rociadoras de bajo flujo para pre enjagar la vajilla
WEM11	Lavadora de bajo consumo de agua
WEM12	Cubiertas para piscinas
WEM13	Sistema de riego de jardines con uso eficiente de agua
WEM14	Sistemas de recolección de aguas lluvia
WEM15	Sistema de tratamiento y reciclaje de aguas residuales
WEM16	Recuperación de agua condensada
WEM17	Contadores de agua inteligentes
WEM18	Medida adicional de ahorro de agua

3.4.1.3 Medidas de eficiencia en el uso de materiales

EDGE, con la finalidad de disminuir el consumo de energía que se encuentra en los materiales de construcción, propone las siguientes medidas de eficiencia:

Tabla 3.10 Medidas de eficiencia en el uso de materiales incluidas en el software EDGE (IFC, 2021)

Código	Descripción
MEM01*	Construcción de piso inferior
MEM02*	Construcción de pisos intermedios
MEM03*	Acabado de piso
MEM04*	Construcción de techo
MEM05*	Paredes exteriores
MEM06*	Paredes interiores
MEM07*	Marcos de ventana
MEM08*	Acristalamiento de ventanas
MEM09*	Aislamiento de techo
MEM10*	Aislamiento de pared
MEM11*	Aislamiento de pisos

3.4.2 Medidas de eficiencia propuestas para ahorro de energía

3.4.2.1 EEM01* Relación ventana-pared

La captación de luz solar y calor en un edificio se obtiene a través de la envolvente, principalmente a través de los vidrios ya que tienen una resistencia menor al flujo de calor en comparación a otros materiales de construcción. Por lo tanto, una adecuada configuración de la fachada de un edificio aporta directamente al consumo de energía.

Es importante lograr un equilibrio entre paredes (elementos opacos) y ventanas (elementos transparentes), de tal manera que los beneficios de iluminación natural no se vean afectados por la ganancia de calor. El objetivo principal del diseñador debe ser incorporar fachadas con una relación optima de ventana-pared, de tal manera que se logre minimizar la demanda de energía total del edificio, obteniendo un equilibrio entre iluminación, calefacción y refrigeración.

Metodología y cálculos

La relación de ventana-pared se calcula como:

$$WWR(\%) = \frac{\sum \text{sup. vidriada (m}^2\text{)}}{\sum \text{sup. bruta pared externa (m}^2\text{)}} \quad (3.1)$$

Para el caso mejorado se debe calcular un WWR para cada fachada por separado y deberán ser ingresados estos valores porcentuales para su análisis. Estos valores generarán una variación en la carga de refrigeración y calefacción del edificio. No se incluye en el cálculo de WWR:

- Paredes con ventanas/aberturas que den a pozos de luz interiores.
- Paredes externas que no estén expuestas al entorno como paredes que estén en contacto con otro edificio.
- Paredes que cuenten con un espacio del 30% para ventilación.
- Aberturas que sean utilizadas netamente para ventilación, es decir no cuentan con vidrio.

Estrategias de implementación

Tomando en cuenta la orientación del edificio y la zona climática en la cual se emplazará el mismo, la NEC 11 en su capítulo 13 establece un WWR para lograr una eficiencia energética, estos valores se encuentran en las tablas de la sección 3.2 de este documento.

Según la investigación realizada por (Goia, 2016), la relación optima de ventana-pared en edificios de oficinas para alcanzar un requerimiento mínimo de energía es de 30 a 45%. Además, se determinó que utilizando la peor relación ventana-pared, se puede incrementar el consumo de energía en un rango de 5 a 25%.

Según la Guía del Usuario EDGE, el WWR establece que, a mayor superficie vidriada, mayor ganancia de calor.

Para climas Cálidos (ZT4, ZT5 y ZT6): Si el WWR es superior al valor predeterminado, se deberá utilizar un vidrio con menor coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC). Es recomendable que se utilice un WWR menor en climas cálidos para lograr una disminución en la refrigeración del espacio y una menor carga de aire acondicionado.

Para climas fríos (ZT1, ZT2 y ZT3): Si el WWR es superior al valor predeterminado, se deberá utilizar un vidrio con menor coeficiente de transmitancia térmica (U), es decir que tengan una buena capacidad aislante. Se recomienda utilizar vidrios dobles o triples. Se recomienda un WWR mayor para maximizar la ganancia de calor siempre y cuando el vidrio tenga aislamiento suficiente.

Documentación requerida

Tabla 3.11 Documentación solicitada para relación ventana-pared (IFC, 2021)

Para certificación preliminar	Para certificación final
<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo del área vidriada y área bruta de pared, por cada fachada del edificio. • Planos que muestren las fachadas y dimensiones del área vidriada y dimensiones generales de la edificación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculos de WWR actualizados o mostrar la validez de los cálculos realizados en el diseño. • Planos de fachadas según lo construido o • Fotografías del edificio que muestren todas las elevaciones.

3.4.2.2 EEM02 Techo reflectante

Esta medida es aplicada cuando el índice de reflectancia solar (SRI) del techo es mayor que el caso Base. Esta medida tiene como objetivo reducir la temperatura de la superficie de techo, para reducir la carga de refrigeración en espacios que requieran de aire acondicionado (Climas cálidos).

Metodología y cálculos

El SRI del acabado que se dé al techo, es considerado como un indicador de la utilidad del techo. El SRI es una medida de la reflectancia solar (SR) y la emisividad térmica (TE), que generalmente viene en las fichas técnicas de los productos para acabado de techo. SRI toma un valor entre 0 y 1. Las superficies de color negro tienen SRI igual a 0 (Reflectancia=0.05 y emitancia=0.9) mientras que las superficies de color blanco tienen un SRI de 1 (Reflectancia=0.8 y emitancia=0.9).

Reflectancia solar (SR): es el porcentaje de luz solar que se refleja cuando choca con una superficie, el valor puede darse entre 0 y 1.

Emisividad térmica (TE): es la capacidad con la cual una superficie emite radiación termina, es decir cuando mayor emisividad térmica tenga, más energía irradia al entorno por lo tanto se enfría con mayor facilidad. Los metales tienen poca emisividad térmica.

A continuación, se muestran algunas técnicas del modelado de techo reflectante en el software EDGE:

- Usar promedios ponderados del SRI en caso de que se tenga más de un tipo de acabado de techo.
- El SRI no aplica para techo verde.

Estrategias de implementación

El color del acabado de techo es el factor clave en la reflectividad solar del material. En climas cálidos, usar acabados de color blanco es ideal para maximizar la reflectividad. A continuación, se muestra un listado de algunos materiales utilizados como acabado de techo con su respectivo valor referencial de SRI, sin embargo, en el software EDGE se deben ingresar los valores proporcionados por el fabricante.

Tabla 3.12 Índice de reflectancia solar (SRI) para acabado de techo (IFC, 2021)

Materiales para techo	SRI
Teja de asfalto	
Azul con revestimiento frío	50
Color terracota con revestimiento frío	56
Verde con revestimiento frío	53
Techo metálico	
Techo metálico con revestimiento frío	92
Techo metálico blanco	82
Techo construido	
Grava revestida de blanco en techo construido	79
Tejas	
Teja de hormigón blanco	90
Teja de hormigón color beige claro	76
EPDM	
EPDM blanco	84
Revestimiento para techo	
Revestimiento blanco (2 capas de 0.5mm)	107
Revestimiento blanco (1 capa de 0.2mm)	100
Sin recubrimiento de pigmento (2 capas de 0.9mm)	64

No se debe utilizar acabado de techo de color blanco en caso de que sea utilizable para otras actividades ya que puede ser deslumbrante.

Documentación requerida

Tabla 3.13 Documentación requerida para Techo reflectante, (IFC, 2021)

Para certificación preliminar	Para certificación final
<ul style="list-style-type: none"> • Planos de construcción en donde se muestre los principales tipos de techos; y • Dibujos detallados del acabado del techo; si el acabado es de color blanco, esta medida se concederá sin más pruebas; y • Si el acabado no es blanco, se debe indicar de manera detallada lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> - Especificaciones del techo; o - Fichas técnicas del fabricante; o - Lista de cantidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Documentos de la parte de diseño con actualizaciones si fuese el caso, y • Fotografía con sello de fecha en donde se aprecie el proceso de construcción del techo, los acabados y los materiales utilizados, o • Recibos de compra de los productos instalados.

3.4.2.3 EEM03 Paredes exteriores reflectantes

Al igual que la medida anterior (Techos reflectantes), esta medida utiliza el índice de reflectancia solar (SRI) para definir la eficiencia del acabado. Si el SRI es mayor que el caso base, se dice que la medida es aplicada.

Metodología y cálculos

Se aplica el mismo principio descrito en la sección anterior para techos reflectantes.

Estrategias de implementación

A continuación, se presenta un listado referencial de los diferentes materiales utilizados en paredes exteriores con valores referenciales de SRI. En la evaluación EDGE se deberá ingresar el valor real del SRI proporcionado por el fabricante, en caso de que no se indique el valor, se podrá utilizar el dato de esta tabla.

Tabla 3.14 Índice de reflectancia solar (SRI) para paredes exteriores (IFC, 2021)

Materiales para paredes exteriores	SRI
Metal con revestimiento frío	92
Metal blanco	82
Ladrillo de arcilla roja	36
Hormigón sin pintar	25
Hormigón pintado de blanco	90

Una superficie de pared de color blanco puede causar deslumbramiento, esto debe ser tomado en cuenta por los diseñadores.

Documentación requerida

En este caso se requiere la misma documentación detallada para techos reflectantes, considerando las dimensiones de paredes.

3.4.2.4 EEM05* Aislamiento de Techo, EEM06* Aislamiento de suelo/losa de piso elevado y EEM08* Aislamiento de paredes exteriores

El aislamiento de techo, piso y paredes es una medida de desempeño que mejora el valor U (Transmitancia térmica) de los edificios. En el software EDGE, se debe ingresar el valor U en el apartado “Aislamiento de techo”, “Aislamiento de suelo/losa de piso” y “Aislamiento de paredes exteriores” según sea el caso.

El objetivo de estas medidas es disminuir el consumo de energía de calefacción y refrigeración, evitando la transmisión del calor exterior al espacio interior en climas cálidos (ZT4, ZT5 y ZT6) y evitando la transmisión de calor del espacio interior hacia el exterior para climas fríos (ZT1, ZT2 y ZT3).

Se debe tener en cuenta que los materiales aislantes utilizados tienen propiedades inflamables, por lo tanto, se debe emplear sistemas contra incendios eficientes.

Metodología y cálculos

La transmitancia térmica (U), es una propiedad de los materiales que define la cantidad de calor que atraviesa un material por unidad de tiempo y se define como el recíproco de la resistencia térmica (R) del techo o paredes.

Para que estas medidas sean favorables en el diseño del edificio, se debe demostrar que el valor U es menor que el supuesto por el caso base. Para determinar el valor U por el método simple, se aplica la siguiente ecuación:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_{so} + R_1 + R_2 + R_3 \dots} \quad (3.2)$$

Donde:

R_{si}= Resistencia de la capa de aire en el lado interior del techo, suelo/losa o pared

R_{so}= Resistencia de la capa de aire en el lado externo del techo, suelo/losa o pared.

R₁= Resistencia de cada capa de material dentro del techo suelo/losa o pared

La resistencia de un material de techo, suelo/losa o pared se determina de la siguiente manera:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (3.3)$$

Donde:

d= espesor de la capa de material (m)

λ= Conductividad térmica (W/m K)

Estrategias de implementación

En climas cálidos el efecto de utilizar aislamiento de techo, suelo/losa y paredes exteriores es relativamente menor al efecto positivo de usar elementos aislantes en climas fríos.

A continuación, se muestra un listado de materiales con sus valores típicos de conductividad térmica en función de su espesor ya que la capacidad aislante de un material es una función directa del espesor del material.

Tabla 3.15 Tipos de aislamiento con espesor necesario para alcanzar un U de 0.45 W/m² K (IFC, 2021)

Tipo de aislamiento	Espesor (mm)	Conductividad térmica (W/m K)
Paneles aislados al vacío	10 - 20	0.008
Poliuretano (PU)	40 - 80	0.02 - 0.038
Poliisocianurato (PIR)	40 - 60	0.022 - 0.028
Espuma fenólica (PF)	40 - 55	0.02 - 0.025
Poliestireno expandido (ESP)	60 - 95	0.03 - 0.045
Poliestireno extruido (XPS)	50 - 80	0.025 - 0.037
Lana y fibra de vidrio	60 - 130	0.03 - 0.061

EDGE tiene incorporado una calculadora que permite determinar el valor U cuando se utiliza diferentes capas de materiales en el sistema de aislamiento.

Documentación requerida

Tabla 3.16 Documentación solicitada para aislamiento de techo, suelo/losa y paredes exteriores, (IFC, 2021)

Para certificación preliminar	Para certificación final
<ul style="list-style-type: none">• Planos de construcción en donde se muestre el área de los techos, losa de piso y paredes principales, y• Detalle de las capas de materiales utilizados en techos, losas de piso y paredes y especificaciones del valor U, y• Cálculos del valor U total del techo, losa de piso y pared utilizando el software o cálculos manuales.• Ficha técnica del fabricante de todos los materiales utilizados en donde se especifiquen las propiedades aislantes, o• Lista de materiales y cantidades con especificaciones técnicas de los materiales de techo, losa de piso y paredes.	<ul style="list-style-type: none">• Documentos de la parte de diseño con actualizaciones si fuese el caso, y• Fotografía con sello de fecha en donde se aprecie el proceso de construcción y los materiales aislantes sean visibles, o• Recibos de compra de los productos aislantes e instalación de los mismos.

3.4.2.1 EEM09* Eficiencia del vidrio

Esta medida de eficiencia puede ser reclamada siempre y cuando en el proyecto se utilicen vidrios de paneles múltiples (dobles o triples) o se empleen vidrios revestidos de baja emisividad (Low-E).

Esta medida al considerarse obligatoria dentro del software EDGE, se debe ingresar los valores reales de U y SHGC independientemente si esta medida aporta positiva o negativamente a la eficiencia energética. Un recubrimiento de baja emisividad es un elemento que permiten una baja transferencia de calor al reflejar la energía térmica, está compuesto por capas microscópicas de óxidos metálicos. La eficiencia energética obtenido con vidrios dobles o triples con recubrimiento de baja emisividad es superior a un vidrio monolítico.

Metodología y cálculos

Los vidrios con simple, doble o triple acristalamiento o el recubrimiento de baja emisividad son capaces de reducir el coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) y la transmitancia térmica (U), además, se observa una reducción en la transmitancia visible (VT).

SHGC: Expresada con valores entre 0 y 1, es la relación entre la radiación transmitida y la radiación incidente. Un valor bajo de SHGC indica una menor

transmisión de calor del exterior hacia el interior. Se debe tener en cuenta que los valores de U y SHGC se calculan por separado dentro del software.

Procedimiento de cálculo de U y SHGC:

$$U \text{ de ventana} = \frac{U_g \times A_g + U_f \times A_f}{A_g + A_f} \quad (3.4)$$

Donde:

U_g= Valor U del vidrio

A_g= Área del vidrio

U_f= Valor U del marco

A_f= Área del marco

Se aplica la misma ecuación para calcular el valor de SHGC. Para casos en donde no se conozca el valor exacto de las variables, se puede recurrir al manual de fundamentos ASHRAE.

Transmitancia visible (VT): Es una medida que indica la fracción de luz visible que atraviesa el cristal de una ventana. Para un mejor aprovechamiento de la luz natural, se recomienda valores de VT mayores a 50%. En la siguiente figura se muestra la radiación solar transmitida en función de la transmitancia térmica (U) y tipo de vidrio.

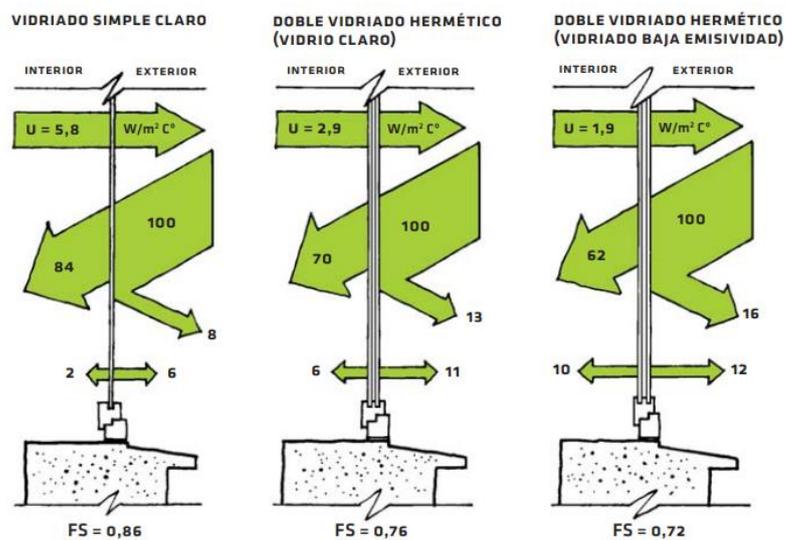


Figura 3.4 Radiación solar transmitida en función de la transmitancia térmica (U) y tipo de vidrio (Bustamante G. & Rozas U., 2009)

El Factor Solar (FS) es un indicador de la energía transferida al interior del edificio con relación a la radiación incidente.

Estrategias de implementación

Para climas fríos (ZT1, ZT2 y ZT3): Para doble vidrio, el revestimiento debe ser colocado en la superficie exterior del vidrio interior tal como se muestra en la siguiente figura:

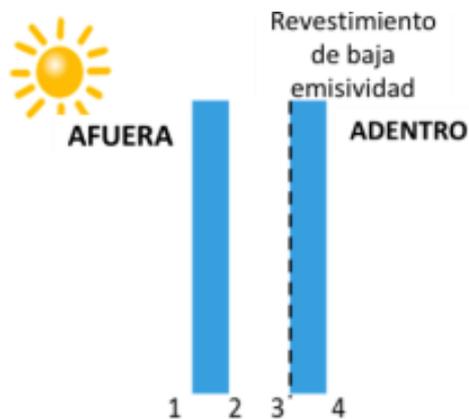


Figura 3.5 Posición adecuada del revestimiento de baja emisividad para climas fríos (IFC, 2021)

Para climas cálidos (ZT4, ZT5 y ZT6): Para doble vidrio, el revestimiento debe ser colocado en la superficie interior del vidrio exterior tal como se muestra en la siguiente figura:



Figura 3.6 Posición adecuada del revestimiento de baja emisividad para climas cálidos (IFC, 2021)

Existen dos tipos de revestimiento de baja emisividad para vidrios monolíticos se debe aplicar revestimiento duro o Pirolítico, con el cual se logra una resistencia significativa del vidrio.

Para vidrios dobles se utiliza revestimiento baldo o revestimiento por pulverización, este es susceptible a sufrir daños durante la manipulación.

Tabla 3.17 Valores de U y SHGC para diferentes tipos de vidrios (IFC, 2021)

Glass Configuration					Approximate SHGC	Approximate U-value [W/m ² K]
Type of Glass	Performance	Thickness (mm)	Color	Coated		
Single glass	Medium solar control	6 mm (Double)	Gold	Hard (Pyrolytic)	0.45	2.69-2.82
	Hard (Pyrolytic)	0.33 - 0.41	2.84 - 3.68			
	8 mm	Blue / Green	Soft (sputtered)	0.32	2.99 - 3.79	
			Hard (Pyrolytic)	0.30 - 0.37	2.82 - 3.65	
	6 mm	Bronze	Soft (sputtered)	0.45	3.01 -3.83	
			Hard (Pyrolytic)	0.41	3.01 -3.83	
	6 mm	Gray	Soft (sputtered)	0.41	3.01 -3.83	
			Hard (Pyrolytic)	0.36	2.84 - 3.68	
	8 mm	Gray	Hard (Pyrolytic)	0.32	2.82 - 3.65	
Hard (Pyrolytic)			0.52	2.83 -3.68		
8 mm	Clear	Hard (Pyrolytic)	0.51	2.81 -3.65		

En la tabla anterior se muestran valores típicos de U y SHGC para diferentes tipos de vidrio, sin embargo, para la certificación se requiere ingresar los datos reales de acuerdo al tipo de vidrio disponible en el mercado nacional. Algunos fabricantes proporcionan únicamente el valor de coeficiente solar (SC) por lo tanto se debe aplicar la siguiente conversión para ingresar el valor de SHGC:

$$SHGC = SC \times 0.87 \quad (3.5)$$

Documentación requerida

Tabla 3.18 Documentación solicitada para eficiencia del vidrio (IFC, 2021)

Para certificación preliminar	Para certificación final
<ul style="list-style-type: none"> Valores de U y SHGC promedio para vidrio y marco según el fabricante y el valor VT. Lista de todos los tipos de ventanas incluidas en el diseño. 	<ul style="list-style-type: none"> Documentos de diseño y cualquier actualización realizada en los documentos. Fotografías con el sello de fecha en las que se instaló el vidrio, o Recibos de compra que muestren claramente la marca del producto instalado.

3.4.2.2 EEM11 Ventilación Natural

Se deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Cumplir la relación entre la altura del techo y la profundidad de la habitación y cumplir con el área mínima de apertura.
- El aire acondicionado debe contar con un sistema de apagado automático.

Para un edificio de oficinas, los espacios que deben ser ventilados son: oficinas, pasillos y lobby.

Metodología y cálculos

La eficiencia de la ventilación es calculada mediante dos métodos según EDGE, estos son:

- De una cara: ventilación simple
- Ventilación de flujo cruzado: impulsado por el viento

La apertura en fachada y el tipo de ventilación deben ser ingresados en el software EDGE. Cada espacio deberá ser ingresado en una fila diferente y el software calculará los ahorros.

El tipo de ventilación cruzado tiene mayor eficiencia y es utilizado para determinar la eficiencia del caso mejorado.

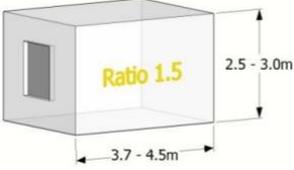
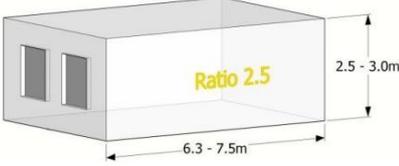
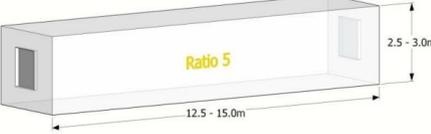
Estrategias de implementación

Tabla 3.19 Tipos de ventilación natural, (IFC, 2021)

Tipo	Imagen	Descripción
Ventilación unilateral		Una ventilación es unilateral cuando las aberturas de entrada y salida de aire se encuentran en una de las fachadas del espacio ventilados.
Ventilación cruzada de espacios individuales		La diferencia de presión provocada por la abertura de espacios es fachadas opuestas genera la ventilación del espacio.
Ventilación de chimenea		Esta ventilación aprovecha la diferencia de presión y la estratigrafía de temperatura para evacuar el aire caliente. Se requiere de diferencias de altura tal como se muestra en la imagen.

Relación entre la profundidad de la habitación y la altura del techo

Tabla 3.20 Relación entre profundidad de la habitación y la altura del techo (IFC, 2021)

Configuración de Apertura	Ejemplo	Relación máxima
Apertura única unilateral		1.5
Apertura múltiple unilateral		2.5
Ventilación cruzada		5

Área mínima de apertura: El área mínima de apertura depende de la funcionalidad del edificio, para el caso de oficinas, se requiere las siguientes especificaciones:

Tabla 3.21 Área mínima de apertura para ventilación natural (IFC, 2021)

Espacio (Ganancia de calor)	Porcentaje de apertura con respecto al área de piso
Oficinas ($15-30 W/m^2$)	20%
Pasillos y lobby ($< 15 W/m^2$)	10%

Documentación requerida

Tabla 3.22 Documentación solicitada para la ventilación natural, (IFC, 2021)

Para certificación preliminar	Para certificación final
<ul style="list-style-type: none"> Planos en donde se muestre la distribución de los espacios que cuentan con ventilación natural, y Secciones típicas en donde se especifiquen las alturas del techo por cada piso, y Cálculos dentro del software o realizados de manera personal en donde se demuestre el cumplimiento de la medida de ventilación natural. 	<ul style="list-style-type: none"> Actualizaciones realizadas a los diseños presentados para la obtención de la certificación preliminar, y Fotografías con sello de fecha en donde se demuestre la ubicación de las aberturas para ventilación natural.

3.4.2.3 EEM13* Eficiencia del sistema de refrigeración

Si el proyecto cuenta con un sistema de aire acondicionado, se debe ingresar el coeficiente de rendimiento del sistema (COP) real, incluso si el valor es menor al supuesto por el caso base.

Con un sistema de aire acondicionado eficiente (COP elevado), se puede lograr un ahorro significativo en costos de energía a largo plazo, es por esto que, durante el diseño, se debe incorporar el sistema de refrigeración.

Metodología y cálculos

El COP se define como:

$$COP = \frac{Q_{out}}{W_{in}} \quad (3.6)$$

Donde:

Q_{out} = Energía de calefacción extraída (kW)

W_{in} = Entrada de energía eléctrica (kW)

Si en el edificio se utilizan diferentes sistemas de aire acondicionado, se debe calcular un COP promedio ponderado.

En caso de que la planta de enfriamiento se encuentre fuera de los límites del proyecto EDGE, se deberá presentar un contrato o una carta de la empresa o persona encargada del proceso.

Estrategias de implementación

Esta medida de eficiencia solo se aplica a climas cálidos (ZT4, ZT5 y ZT6) en donde se requiera un sistema de enfriamiento.

A continuación, se enlista los sistemas de aire acondicionado más eficientes:

Aire acondicionado Multi-Split: Es un conjunto de unidades de aire acondicionado tipo Split (evaporadores) que utilizan un solo condensador que se encuentra en la parte externa del edificio. La desventaja de este sistema es que solo pueden acondicionar espacios con condiciones similares de temperatura.

Sistema de flujo variable de refrigerante (VRF): Las unidades interiores o evaporadores están conectados a un condensador externo o a un conjunto de

condensadores. La ventaja de este sistema sobre el Multi-Split, es que las unidades internas se pueden controlar individualmente, es decir, una unidad puede ser usada para calefacción y otra para refrigeración. Este sistema utiliza refrigerante para su funcionamiento. Una avería en una unidad interna no compromete el funcionamiento del sistema VRF.

Enfriadores refrigerados por aire: Estos sistemas utilizan aire para enfriar los condensadores, este sistema es ideal para climas con mucha humedad o en lugares con poco abastecimiento de agua. Los enfriadores refrigerados por aire son menos costosos que un sistema enfriado con agua, básicamente por la menor cantidad de componentes y equipos que se requiere. Sin embargo, el sistema refrigerado por agua es más eficiente en cuanto al consumo de energía, si el cliente está dispuesto a invertir más y esperar más tiempo para la recuperación de la inversión, se puede implementar este sistema.

A continuación, se muestran algunos sistemas de enfriamiento con su valor del COP a partir de las características del equipo. Estos valores han sido obtenidos de la norma ASHRAE.

Tabla 3.23 Coeficiente de rendimiento de sistemas de refrigeración, (IFC, 2021)

Sistemas de aire acondicionado	COP
Variable Refrigerant Flow, air-cooled, cooling mode 19W	3.81
Variable Refrigerant Flow, water source, cooling mode 19W	3.52
Air Cooler Chiller 528 kW	2.98 a plena carga 4.05 a carga parcial
Air Cooler Chiller 528 kW	2.98 a plena carga 4.14 a carga parcial

Si el sistema de aire acondicionado o ventiladores utilizan variadores de velocidad, se puede reclamar la medida de eficiencia energética EEM14 Accionamientos de velocidad variable.

Para garantizar una alta eficiencia en sistemas de refrigeración y calefacción que implementen variadores de velocidades, se recomienda implementar sistemas de flujo variante de refrigerante (VRF).

Documentación requerida

Tabla 3.24 Documentación solicitada para el sistema de refrigeración, (IFC, 2021)

Para certificación preliminar	Para certificación final
<ul style="list-style-type: none">• Planos de instalación mecánica y eléctrica en donde se muestre la ubicación de componentes externos e internos del equipo de aire acondicionado.• Ficha técnica del fabricante del sistema de aire acondicionado con datos de eficiencia del sistema.• Para uso de varios sistemas de refrigeración, presentar cálculos de eficiencia promedio ponderado.	<ul style="list-style-type: none">• Fotografías con sello de fecha del equipo de refrigeración durante el proceso de instalación o después de la instalación, en donde se muestre la marca y modelo del equipo.• Recibos de compra del equipo en donde se especifique la marca y modelo, o• Si el sistema de refrigeración está separado del proyecto, se debe entregar contrato con la empresa de gestión, en donde se demuestre la eficiencia del equipo.

3.4.2.4 EEM22 y EEM23 Iluminación para áreas interiores y exteriores

En espacios interiores, se busca implementar al menos un 90% de lámparas de tipo eficiente, como LED de alta eficiencia o lámparas fluorescentes (T8 o T5), que produzcan más luz con menor energía a comparación de las bombillas incandescentes tradicionales.

Esta medida solo se la puede reclamar para espacios que estén equipados con iluminación eficiente.

En un proyecto de tipo oficina, todos los espacios internos requieren tener una iluminación eficiente, por consiguiente, el presente criterio resulta el idóneo para ser implementado.

Metodología y cálculos

Para una edificación, la eficiencia de la iluminación puede ser expresada de 2 formas:

1. Densidad de potencia de iluminación: Su unidad es (W/m^2), representa el consumo de energía por metro cuadrado, mientras más bajo sea el consumo de energía, el criterio es mejor.
2. Eficiencia luminosa: Su unidad es (lm/W), representa la medida de eficiencia de la iluminación para producir una salida de luz visible, mientras más alto sea la eficiencia de la iluminación, el criterio es mejor.

En caso de que el proyecto necesite diferenciar los tipos de espacios de una edificación y utilizar entradas detalladas, el software EDGE también permite el ingreso de estos datos por medio de la calculadora interna.

Alguno de los indicadores clave para este criterio son:

- El índice de producción cromática CRI, mientras mayor el CRI, mejor calidad de color en renderizado.
- La vida útil de los equipos empleados debe ser larga, para obtener una reducción de los costos de mantenimiento.

El caso base de EDGE, emplea lámparas con una eficiencia de 65 lm/W.

Estrategias de implementación

Para climas fríos (ZT1, ZT2 y ZT3): El uso de iluminación más eficiente aumenta la carga de calefacción en climas fríos.

Para climas cálidos (ZT4, ZT5 y ZT6): El uso de iluminación más eficiente reduce la ganancia de calor por iluminación, ocasionando una baja carga de enfriamiento.

Las diferentes tecnologías empleadas en este criterio son:

Tabla 3.25 Descripción de los tipos de lámparas (IFC, 2021)

Tipo de lámpara	Descripción	Figura
Lámparas fluorescentes compactas (CFL)	Utilizan una fracción de energía incandescentes, produciendo menos calor. A comparación de otras bombillas convencionales su duración es hasta 15 veces mayor. Si se emplean en lugares de encendido y apagado frecuente, corre el riesgo que su vida útil se vea reducida.	
Diodo emisor de luz (LED)	Este tipo de lámparas pueden durar 2 o 3 veces más que una lámpara CFL. Y no se ve afectado por los ciclos frecuentes de encendido / apagado. Su rendimiento ha ido aumentando y su precio ha disminuido haciéndolo más accesible.	

Tabla 3.26 Tabla de eficiencia para distintos tipos de lámparas, (IFC, 2021)

Tipo de lámpara	Rango típico de eficiencia (lm/W)	Vida útil nominal (horas)
Bombilla convencional	10 - 19	750 - 2500
Lámparas alógenas	14 - 20	2000 - 3500
Lámpara fluorescente tubular (T5, T8)	25 - 92	6000 - 20000
Lámpara fluorescente compacta (CFL)	40 - 70	10000
Sodio de alta presión	50 - 124	29000
Halogenuro metálico	50 - 115	3000 - 20000
Diodo emisor de luz (LED)	50 - 100	15000 - 50000

Documentación requerida

Tabla 3.27 Documentación solicitada para iluminación interna y externa, (IFC, 2021)

Para certificación preliminar	Para certificación final
<ul style="list-style-type: none"> • Dibujo de distribución eléctrica evidenciando la ubicación y tipo de iluminación implementado, y • Listado de lámparas y accesorios implementados, y • Ficha técnica del fabricante en donde se muestre la eficiencia de las lámparas o cálculos de eficiencia en lm/W. 	<ul style="list-style-type: none"> • Actualización de la documentación presentada en la etapa de diseño, y • Fotografías con sello de fecha de instalación de la iluminación, no necesariamente de cada lámpara instalada, sin embargo, el Auditor deberá verificar el cumplimiento de este punto, o • Recibos de compra para la iluminación.

3.4.2.5 EEM24 Controles de iluminación

Se requiere implementar controles de iluminación para reducir el consumo de energía eléctrica. En un proyecto de tipo oficina, los espacios que requieren un control de iluminación son todos los espacios internos con acceso a luz natural. Así para este tipo de proyectos los controles que se pueden implementar son sensores de ocupación, sensores fotoeléctricos de luz diurna y control de luz natural.

Metodología y cálculos

Para la evaluación de este tipo de medidas no se requiere cálculo alguno. Todas las zonas requeridas deben estar conectadas a los controles de iluminación.

Para tener un control de la iluminación natural, las zonas que tiene acceso a ventanas exteriores o tragaluces, también deben estar conectadas a un control de luz natural mediante fotosensores. La zona de luz natural se define como el espacio perimetral cerca de una ventana con una profundidad igual a 1.5 veces la altura de antepecho.

$$\text{Zona de luz natural} = 1.5 * D \quad (3.7)$$

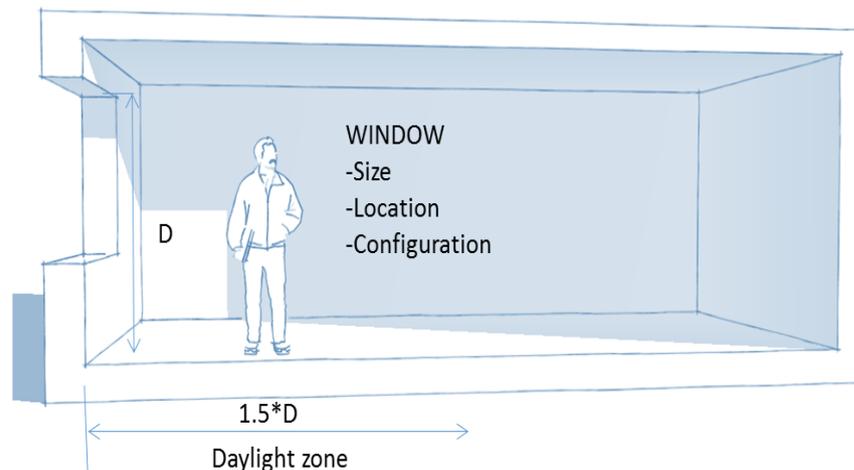


Figura 3.7 Zona de luz Natural (IFC, 2021)

Para el caso base, el software EDGE toma en cuenta controles manuales para el criterio de las iluminaciones. Adicionalmente, en cuanto a la iluminación natural el caso mejorado asume que los espacios perimetrales ocupados por ventanas se implementará un control automático que apagará las lámparas durante el día en presencia de luz natural.

Estrategias de implementación

Controles de sensor de ocupación:

Son eficientes en cuanto al ahorro de energía de iluminación de espacios que presentan una ocupación variable.

El tipo de sensor a utilizar y la ubicación del mismo es fundamental al momento de implementar este criterio, si se trata de una habitación pequeña, el sensor puede ser ubicado en las esquinas cercanas al techo, de forma tal que se permita un alcance de todos los ocupantes en la habitación, por el contrario, si se trata de una habitación grande se puede implementar varios sensores. Las diferentes tecnologías empleadas en este criterio son:

- Controles de temporizador: En este punto se tienen 2 tipos, interruptores de retardo de tiempo y control de temporizador.

Tabla 3.28 Tipos de controles de temporizador (IFC, 2021)

Tipo	Descripción	Figura
Interruptores de retardo de tiempo	Apropiado para espacios con periodos de iluminación cortos como las áreas comunes, pasillos o baños. Se encienden manualmente y se apaga automáticamente después de un tiempo establecido.	
Controles de temporizador	Equipado con una función de reloj incorporado que se enciende y apaga en horas establecidas. Cuenta con la opción de anulación manual en caso de que se requiera su implementación fuera del horario establecido.	

- Detectores de presencia u ocupación: Empleados para encender las luces tras detectar acciones de movimiento, caso contrario permanecerán apagadas. Se presentan algunos equipos para este punto:

Tabla 3.29 Tipos de detectores de presencia u ocupación (IFC, 2021)

Tipo	Descripción	Figura
Sensores ultrasónicos de alta frecuencia (US)	Emite una señal de alta frecuencia e interpreta el cambio de frecuencia como movimiento en el espacio. Su implementación no es muy fiable ya que se activan ante cualquier movimiento ligero.	
Sensores infrarrojos pasivos (PIR)	Emplean rayos infrarrojos para detectar la temperatura del cuerpo humano. No es recomendable para climas cálidos ya que en ocasiones la temperatura del ambiente resulta similar a la del cuerpo humano.	
Sensores de tecnología dual (DT)	Estos equipos combinan las 2 tecnologías descritas anteriormente y reducen la posibilidad de ocasionar falsos encendidos y apagados.	

Sensores de luz diurna

Los sensores de luz natural detectan la disponibilidad de luz diurna activando o desactivando los atenuadores de iluminación, obteniendo niveles de iluminación confortables. Se puede tener 2 tipos de sistemas, más aún en ambos se debe emplear fotosensores calibrados y ubicados apropiadamente.

- Sistema escalonado: Este sistema apaga algunas lámparas en los espacios cuando los sensores fotovoltaicos detectan presencia de luz natural.
- Sistema continuo: Este sistema atenúa todas las luces para garantizar los niveles de iluminación confortables.

Documentación requerida

La documentación requerida para este criterio es similar al criterio anterior (EEM23).

3.4.2.6 EEM25 Lucernarios

Busca aprovechar la luz diurna del tragaluz, para iluminar los espacios utilizados principalmente durante el día, esto nos permite reducir el uso de energía utilizada en luminaria eléctrica.

Metodología y cálculos

Para lograr una óptima penetración de luz natural en la edificación, los tragaluces deben tener una adecuada distribución. Además, se debe demostrar que los elementos transparentes en techo garantizan un nivel de iluminación óptimo para espacios interiores. Las luces en espacios con tragaluces deben contar con sensores de iluminación diurna. Adicionalmente para reclamar esta medida se debe cumplir con ciertos requerimientos.

1. En un tragaluz, la zona de luz natural se extenderá en ambas direcciones horizontales a lo largo del piso y más allá del borde del tragaluz hasta el menor de:
 - a) Una obstrucción menor a $0.7 \cdot \text{Altura del techo (CH)}$.
 - b) Una obstrucción de hasta $0.7 \cdot (\text{Altura del techo (CH)} - \text{Altura de obstrucción (OH)})$.
2. Si se emplean múltiples tragaluces, se debe garantizar que las áreas con luz natural no se superpongan.
3. Las áreas de iluminación natural deben ser controlada mediante sensores de iluminación diurna o controles manuales. Para los controles deben ser accesibles y pueden ser implementados para todos los artefactos de iluminación o disponer de artefactos individuales en una zona. Es recomendable que los controles de regulación puedan ser capaces de atenuar menos del 15% la salida de luz y apagarse por completo.

Salvo algunas excepciones:

- Áreas con menos de 6.5 vatios/m² de iluminación.
- Áreas designadas para seguridad o emergencias que requieran de iluminación continua.
- Escaleras, rampas y pasillos de salidas
- Iluminación en salidas de emergencias

Orientación de diseño

Para verificar un adecuado sistema de iluminación natural se puede usar la ecuación del cálculo del producto de la transmitancia visible (VT) que toma en cuenta el área de tragaluz dividido para el área de zona de luz natural, mismo que debe ser mayor a 0.008

$$VT * \frac{\text{Área de tragaluz}}{\text{Área de la zona de luz natural}} \geq 0.008 \quad (3.8)$$

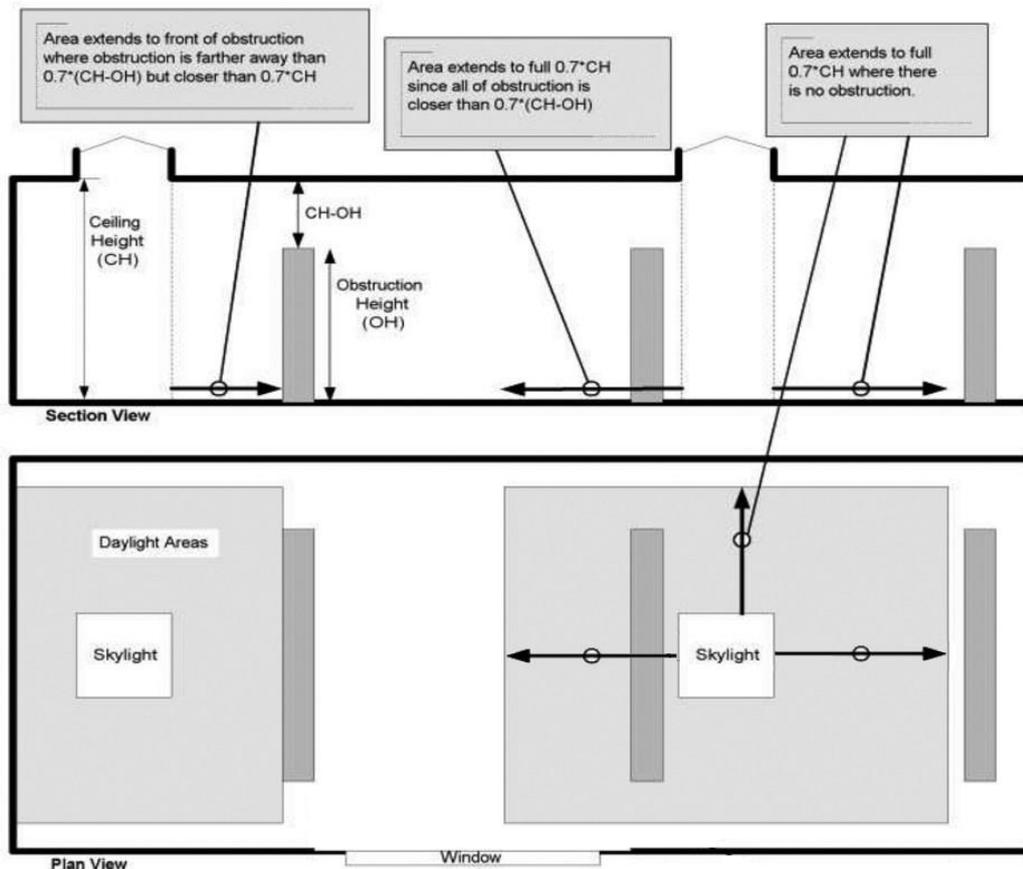


Figura 3.8 Zona de luz natural bajo claraboyas de techo (IFC, 2021)

Para evaluar este criterio, el software asume como caso base que los proyectos de edificación no implementan tragaluces.

Para el caso mejorado toma en consideración un área predeterminada del 50% del piso superior con una zona de luz natural con tragaluces, también asume un SHGC de 0.35 y un valor U de 1.7 W/m²K. El software también permite el ingreso de datos como:

- Zona de luz natural para el ingreso del % de área de iluminación diurna.
- Ganancia de calor solar (SHGC) de la ventana.
- Valor U de la disposición de ventana y puertas en las elevaciones de un edificio.

Estrategias de implementación

Los tragaluces introducen luz natural al interior de la edificación. Para este sistema normalmente se utiliza vidrio, también se pueden implementar otro tipo de materiales como paneles de plástico transparentes o paneles de aislamiento translucidos.

Documentación requerida

Tabla 3.30 Documentación solicitada para los lucernarios, (IFC, 2021)

Para certificación preliminar	Para certificación final
<ul style="list-style-type: none"> • Planos de construcción detallando la ubicación y tamaño de los tragaluces, así como las zonas de iluminación natural, y • Ficha técnica del fabricante mostrando el valor U promedio para tragaluces incluido el vidrio y el marco, así como también el coeficiente de ganancia de calor (SHGC) de los distintos tipos de vidrio y marcos empleados, y • Planos de ubicación de los controles de iluminación para luz natural. 	<ul style="list-style-type: none"> • Actualización de la documentación presentada en la etapa de diseño, y • Fotografías con fecha de instalación de los tragaluces y los controles de iluminación asociados, o • Recibos de compra para los tragaluces y los controles de iluminación implementados.

3.4.2.7 EEM32 Control de factor de potencias

Esta medida busca implementar dispositivos de corrección de factor de potencia, estabilizadores de voltaje en las corrientes entrantes en la edificación para mejorar la calidad de la energía que se entrega al equipo y mejorando rendimiento.

Metodología y cálculos

El software EDGE considera que, al mejorar la calidad de la energía de entrada, se obtendrá un mejor rendimiento de los equipos eléctricos.

Estrategias de implementación

- Regulador de voltaje
- Transformadores de aislamiento
- Acondicionadores de líneas eléctricas
- Fuentes de alimentación ininterrumpidas

Documentación requerida

Tabla 3.31 Documentación solicitada para control de factor de potencia (IFC, 2021)

Para certificación preliminar	Para certificación final
<ul style="list-style-type: none">• Dibujo detallado del equipo implementado incluyendo las especificaciones eléctricas, la marca y modelo del dispositivo, y• Ficha técnica del fabricante.	<ul style="list-style-type: none">• Actualización de la documentación presentada en la etapa de diseño, y• Fotografías con sello de fecha de los dispositivos empleados, o• Recibos de compra de los dispositivos usados, especificando marca y modelo.

3.4.3 Medidas de eficiencia propuestas para ahorro de agua

3.4.3.1 WEM01 Ducha eficiente de agua

Esta medida busca que el caudal de los cabezales de descarga sea menor al utilizado por el caso base (8 L/min) para así generar un ahorro.

Metodología y cálculos

El flujo de una ducha puede variar de forma considerable, dependiendo de la presión del agua, por tanto, para garantizar una coherencia al momento de implementar el criterio en la etapa de diseño, EDGE establece una presión de operación de 3 bar.

En la etapa posterior a la construcción se deberá usar los flujos reales y en caso de presentarse una variación en las presiones y en los flujos de las duchas en un mismo proyecto, es recomendable utilizar un promedio ponderado de los mismos.

Estrategias de implementación

Para obtener esta medida se pueden implementar cualquier producto que tenga un caudal menor al del caso base de 8 L/min.

Documentación requerida

Tabla 3.32 Documentación solicitada para duchas eficientes, (IFC, 2021)

Para certificación preliminar	Para certificación final
<ul style="list-style-type: none">• Se debe presentar planos o especificaciones de plomería, marca, modelo y caudal de las duchas, y• Ficha técnica del fabricante donde se confirme el flujo con una presión estándar de 3 bares.	<ul style="list-style-type: none">• Actualización de la documentación presentada en la etapa de diseño o documentación que aún no se haya presentado, y• Resultados de las pruebas en el sitio utilizando la presión real que reemplace a los valores de diseño.• Fotografías de la marca y modelo de los equipos instalados, con fecha de instalación, o• Recibos de compra de las duchas con marca y modelo.

3.4.3.2 WEM02* y WEM03* Grifo eficiente de agua para baño privado/publico

Esta medida busca implementar equipos capaces de disminuir el consumo de agua sin afectar el funcionamiento del mismo. Por lo tanto, se puede implementar aireadores y controles de apagado automático, que garanticen un caudal menor a comparación del establecido por el programa EDGE en el caso base.

Metodología y cálculos

Para evaluar este criterio se debe tomar en cuenta la presión del agua, por ello en la etapa de diseño se puede emplear una presión de funcionamiento de 3 bar (43.5psi) o a su vez emplear los datos proporcionados por el fabricante para los caudales a diferentes presiones. Por otra parte, en la etapa posterior a la construcción se deberá utilizar los caudales reales.

Los supuestos del caso base varían dependiendo la ubicación y toma en cuenta la implementación de grifos sin tecnología de cierre automático. El caso mejorado predeterminado toma en cuenta los grifos aireadores de cierre automático de 2L/min. Para reclamar esta medida se debe garantizar la implementación de equipos con características similares al caso mejorado predeterminado, si los equipos empleados tienen un caudal mayor a 2L/min, pero menor al de la línea base (6L/min), aun se puede reclamar este criterio ingresando el valor real del caudal.

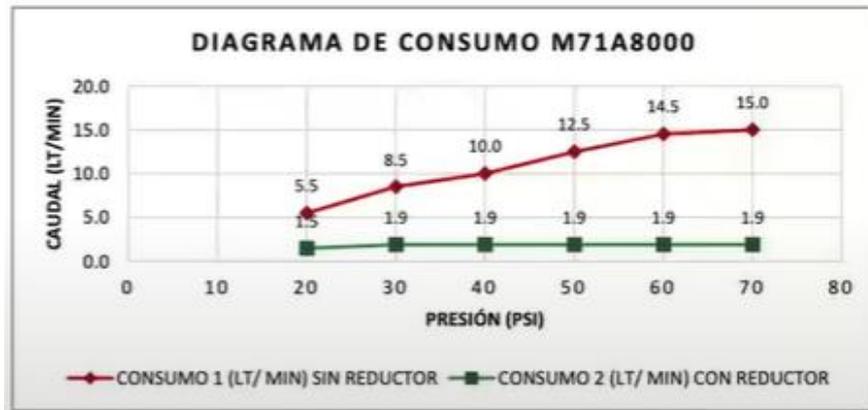


Figura 3.9 Diagrama Caudal vs presión con y sin equipos reductores. (UACJ, 2018)

Estrategias de implementación

Al implementar este tipo de equipos también se reducen la demanda de agua y energía en el proyecto, como por ejemplo la energía utilizada para bombear el agua.

Los diferentes equipos empleados en este criterio son:

Reguladores de flujo o Aireadores: Son equipos pequeños que ahorran agua al disminuir el flujo tras mezclar agua con aire y provocar turbulencia, genera una sensación de mayor presión en los usuarios.

Aireador: Elemento de la grifería



Figura 3.10 Grifería con aireador, (UACJ, 2018)

Grifos de cierre automático: Estos equipos permiten tener un flujo de agua constante durante un periodo de tiempo programado, generalmente 15 segundos, posterior a esto se cierran automáticamente evitando un gasto excesivo de agua. Los sistemas empleados por estos equipos pueden ser mediante una acción de empuje del grifo o por sensores que permitan la salida de agua durante su uso.



Figura 3.11 Grifería temporizada y con sensor, (UACJ, 2018)

Documentación requerida

La documentación solicitada para grifos eficientes para baños públicos y privados, es similar a la requerida en la medida anterior WEM01*, considerando las especificaciones para grifos.

3.4.3.3 WEM04* Y WM05* Inodoro para baño privado/publico

Esta medida busca implementar inodoros de doble descarga o descarga simple pero eficientes capaces de disminuir el uso de agua.

Metodología y cálculos

Para evaluar este criterio, en equipos de doble descarga se tendrá en cuenta que la descarga principal o secundaria sean menores al caso base (8L/descarga). Para el caso mejorado, los datos proporcionados por el fabricante referente a los volúmenes de descarga deberán ser ingresados, reemplazando los datos predeterminados.

Si se emplean equipos de descarga única más eficientes, se deberá seleccionar la opción de válvula de descarga única e ingresar el valor real del volumen de descarga. Si en el proyecto se presentan variaciones en cuanto a los volúmenes de descarga, se deberá utilizar un promedio ponderado de los mismos.

Estrategias de implementación

En inodoros de doble descarga, la descarga de volumen mayor es utilizada para desechos sólidos, mientras que la descarga de volumen menor es utilizada para desechos líquidos. Al implementar estos equipos se debe asegurar que las indicaciones sean claras para los usuarios.



Figura 3.12 Inodoros eficientes, (UACJ, 2018)

Documentación requerida

La documentación solicitada para inodoros eficiente para baños públicos y privados, es similar a la requerida en la medida WEM01*, considerando las especificaciones para inodoros.

3.4.3.4 WEM07 Urinarios

Esta medida es similar al caso WEM04, ya que busca implementar urinarios de baja descarga, capaces de reducir el uso del agua y ofrecer un buen rendimiento del equipo.

Metodología y cálculos

El fabricante deberá proporcionar los valores reales de volumen en L/descarga, que deben ser ingresado y reemplazarán a los valores de descarga predeterminado para el caso mejorado.

En el mercado existen urinarios que no utilizan agua, para estos equipos de deberá ingresar un valor de 0.001 L/descarga en el campo previsto.

Se debe tener en cuenta que los urinarios son utilizados solo por hombres y están destinados para la descarga de desechos líquidos, por tanto, su implementación se realizará en los baños de hombre, y el ahorro de agua que se genere dependerá del número de usuarios masculinos que utilicen estos equipos.

Estrategias de implementación

Alta eficiencia: Equipos que utilizan 2 litros o menos para su descarga.

Sin agua: Estos quipos no utilizan agua o válvulas de descarga, más aún, requieren de un tratamiento especial para controlar los olores y las obstrucciones, lo que genera un incremento en los costos de operación y una reducción del tiempo de vida útil.

Urinaros de pared con válvulas de descarga: Estos equipos son descargados después de cada uso ya sea de forma manual o automática.

Documentación requerida

La documentación solicitada para urinarios, es similar a la requerida en la medida WEM01*, considerando las especificaciones para urinarios.

3.4.3.5 WEM08* Grifos para fregaderos de cocinas

Este criterio busca implementa grifos de bajo flujo para fregaderos de cocina, que reducen el consumo de agua sin afectar el funcionamiento del mismo. Se puede lograr un ahorro con este criterio si el caudal de los grifos es menor al del caso base (10L/min).

Metodología y cálculos

Para evaluar este criterio se debe considerar una presión de 3 bar o a su vez emplear los datos proporcionados por el fabricante para los caudales a diferentes presiones. Por otra parte, en la etapa posterior a la construcción se deberá utilizar los caudales reales y en caso de presentar una variación en los flujos de los grifos implementaos es recomendable utilizar un promedio ponderado de los mismos.

Estrategias de implementación

Para obtener esta medida se pueden implementar cualquier producto que cumpla con los requisitos de un flujo menor al del caso base (10 L/min), se puede implementar restrictores de flujo o aireadores para reducir el caudal sin comprometer el funcionamiento del equipo.

Documentación requerida

La documentación solicitada para grifos para fregaderos de cocinas, es similar a la requerida en la medida WEM01*, considerando las especificaciones de grifos para fregaderos.

3.4.4 Medidas de eficiencia propuestas para ahorro de energía incorporada en materiales

3.4.4.1 MEM01* *Construcción de piso inferior*

Se busca utilizar un sistema constructivo de piso inferior, que reduzca el consumo de energía en materiales.

Metodología y cálculos

Se calcula la cantidad de energía incorporada en materiales a partir del tipo de losa de piso que se vaya a implementar. EDGE considera también la cantidad de concreto y acero utilizado por unidad de área, sin embargo, hay que tener en cuenta que, desde un punto de vista estructural, para una losa de piso, no se requiere acero de refuerzo.

Estrategias de implementación

El sistema constructivo más utilizado en Ecuador es un contrapiso de hormigón sin refuerzo, sin embargo, EDGE no cuenta con este sistema dentro de su base de datos, por lo tanto, un sistema parecido es una losa de hormigón armado in situ. Al momento de ingresar los datos dentro de EDGE, se debe considerar el espesor de la losa utilizado.

Documentación requerida

Tabla 3.33 Documentación solicitada para la construcción de piso inferior, (IFC, 2021)

Para certificación preliminar	Para certificación final
<ul style="list-style-type: none">• Sección de losa de piso en donde se muestren materiales y espesor, y• Planos de construcción en donde se muestren áreas de los pisos principales y otros pisos si existieran; y• Especificaciones técnicas del fabricante de materiales usados; o• Listado de cantidades y especificaciones de la losa de piso.	<ul style="list-style-type: none">• Presentar actualizaciones de los diseños presentados en la etapa de diseño; y• Fotografías con sello de fecha en donde se muestre el proceso de construcción de la losa de piso; o• Recibos de compra que demuestren los productos o equipos instalados.

3.4.4.2 MEM02* y MEM04* *Construcción de pisos intermedios y techo*

El objetivo de esta medida es emplear sistemas constructivos de losa que sean eficientes en cuanto a consumo de energía y materiales.

Metodología y cálculos

El software EDGE calcula la energía incorporada en materiales a partir del sistema constructivo de losas que se esté implementando en el proyecto, de la cantidad de concreto y cantidad de acero empleado por unidad de área.

EDGE permite al diseñador seleccionar el tipo de losa que se va a implementar en el proyecto y el espesor de la misma. En caso de que el sistema constructivo a implementar no se incluya en el software, se debe seleccionar un sistema parecido.

Si existen varios tipos de losa, se debe seleccionar el predominante como piso principal. En el software, se debe incluir en el modelado un sistema constructivo diferente, siempre y cuando este sistema supere el 10% del área de construcción. En el espesor de losa no se debe incluir el espesor del acabado del piso ni el mortero utilizado para nivelación.

Estrategias de implementación

A continuación, se enlistan los sistemas constructivos de losas aplicables en Ecuador y que representan un mayor ahorro de energía incorporada en materiales.

En caso de que se requiera implementar un sistema diferente al propuesto en esta sección, se puede recurrir a la Guía del Usuario EDGE, en donde se enlistan otros sistemas constructivos, sin embargo, tener en cuenta el nivel de aplicabilidad en la construcción nacional.

Los sistemas de piso que se muestran a continuación pueden ser aplicados tanto en climas fríos como cálidos.

Losa nervada en dos direcciones alivianada: La losa alivianada con bloques ligeros es el sistema constructivo más utilizado en el Ecuador y es uno de los más eficientes ya que requiere menor cantidad de hormigón y acero de refuerzo, lo que implica un menor consumo de energía incorporada en materiales. Revisar el código ACI 318-14 para el diseño estructural de este sistema de losa.

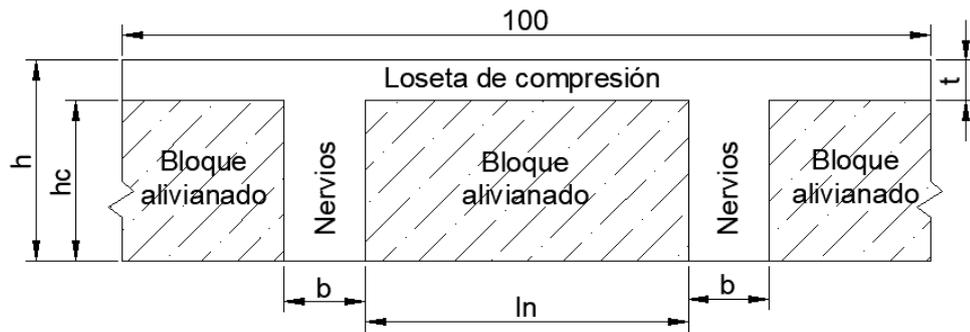


Figura 3.13 Losa nervada en dos direcciones alivianada (Rivera & Toapanta, 2021)

Losas de hormigón tipo waffle: Una losa tipo Waffle utiliza el mismo principio de una losa alivianada con bloque, sin embargo, en este caso en lugar de bloque se utilizan formaletas tipo cajón, que son colocadas entre los nervios de la losa, con lo cual se logra un aligeramiento del peso de la losa, que se traduce en ahorro de energía en materiales de construcción. Las formaletas son usadas en forma de encofrado, por lo tanto, son retiradas una vez que se haya alcanzado la resistencia suficiente de los elementos estructurales involucrados.

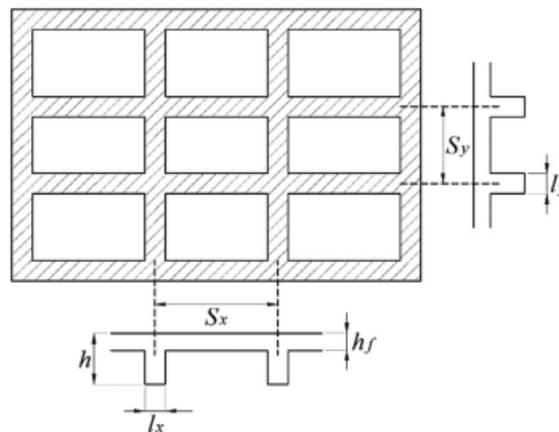


Figura 3.14 Losa de hormigón tipo Waffle (Lago et al., 2019)

Losas colaborantes Steel Deck: Este sistema constructivo se lo emplea generalmente cuando se diseña edificios en acero estructural. Consiste en un encofrado metálico permanente tipo Steel Deck sobre el cual se deja verter el hormigón y se coloca acero de refuerzo. La lámina de acero Steel Deck está soportada por vigas secundarias de acero estructural. Para construir una losa colaborante se debe cumplir los requisitos mínimos estipulados en la norma AISC 360.

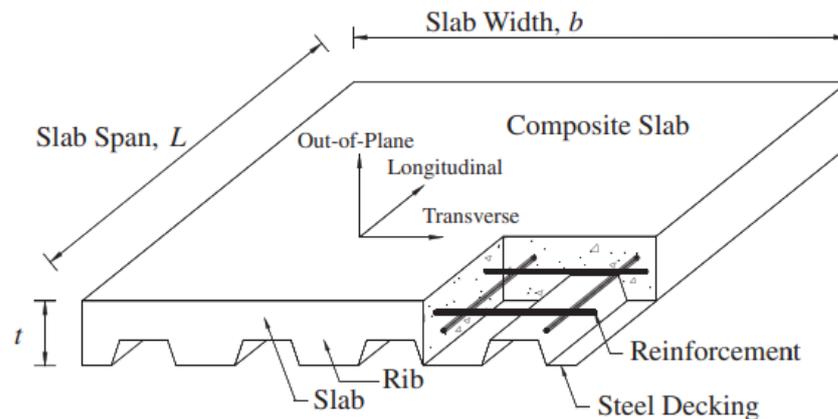


Figura 3.15 Losa colaborante Steel Deck (Gholamhoseini et al., 2014)

Documentación requerida

La documentación solicitada para construcción de pisos intermedios, es similar a la requerida en la medida MEM01*, considerando las especificaciones de los sistemas constructivos de losas.

3.4.4.3 MEM03* Acabado de piso

De acuerdo con la investigación realizada por (Quispe Gamboa, 2016), aproximadamente 3% de las emisiones totales de CO2 relacionadas con la construcción, son producto de los acabados interiores de los edificios.

Esta medida de eficiencia busca reducir la energía incorporada en materiales a partir de la implementación de sistemas y materiales de bajo consumo de energía.

Metodología y cálculos

EDGE incorpora varios sistemas constructivos y materiales comunes utilizados como acabado de piso para que el usuario elija el parecido o equivalente al sistema que se utiliza en el proyecto. El software determina la cantidad de energía consumida por unidad de área del sistema de acabado. El espesor juega un papel importante en el cálculo del ahorro de energía.

El espesor del acabado de piso incluye cualquier capa de material requerido para la instalación del acabado que sea colocado sobre la losa.

El acabado principal de piso es aquel que representa una mayor superficie de construcción. En caso de que exista otro tipo de acabado, este debe ser modelado siempre y cuando su superficie sea mayor al 10% del área de acabado principal.

Estrategias de implementación

En el siguiente listado se muestran los acabados de piso que representan un mayor ahorro de energía incorporada en materiales dentro de EDGE. En caso de que se requiera implementar otros sistemas, se debe recurrir a la Guía del Usuario EDGE para revisar el sistema equivalente al que se implementará.

Baldosas de cerámica: Pese a que las baldosas cerámicas son las más utilizadas en el acabado de pisos, son elementos que consumen gran cantidad de energía durante su proceso de fabricación. En los procesos de secado, atomización y cocción se requiere energía térmica, que, en su mayoría, proviene de la combustión de gas natural, combustible fósil responsable de emisiones de CO₂ al medio ambiente (Monfort et al., 2012).

Piso de concreto terminado: Consiste en un acabado de yeso, es una capa de acabado de pisos o baldosa suave o flexible. Este sistema tiene menor durabilidad que un piso duro.

Parquet de madera: El parquet de madera es un tipo de acabado de piso hecho de madera e instalado en forma de bloques. Este acabado representa poca energía incorporada en materiales ya que, al usar madera, no se requiere procesos térmicos especializados.

Azulejos de corcho: El acabado de corcho tiene poca energía incorporada ya que su producción no requiere de procesos especializados ni uso de energía térmica como la baldosa. El corcho se lo puede cosechar aproximadamente unos 200 años del mismo árbol lo cual implica un bajo impacto ambiental (IFC, 2021). La resistencia al desgaste, aislamiento y durabilidad, son propiedades del corcho que lo hacen un material adecuado para la construcción. Las propiedades del material y su baja energía incorporada en su producción, son aspectos que hacen de este material ideal para construcciones sostenibles (Knapic et al., 2016).

Documentación requerida

La documentación solicitada para acabado de piso, es similar a la requerida en la medida MEM01*, considerando las especificaciones para acabado de piso.

3.4.4.4 MEM05* y MEM06* Paredes exteriores e interiores

Se busca reducir el consumo de energía a partir de la implementación de sistemas de paredes de mayor eficiencia que sistemas convencionales.

Metodología y cálculos

EDGE evalúa la energía incorporada a partir de los materiales de construcción empleados por el tipo de pared que se vaya a implementar y su espesor.

Al igual que la construcción de losas, la pared con mayor área de construcción tendrá una denominación de principal. Si existe otro tipo de pared en el proyecto y si esta supera el 10% del área principal, se deberá modelar, caso contrario no se requiere su inclusión en EDGE.

Estrategias de implementación

A continuación, se muestran los tipos de paredes exteriores que se recomienda implementar como una medida de ahorro de energía incorporada en materiales.

Ladrillos huecos (con agujeros) con enlucido interno y externo: Estos ladrillos están hechos de arcilla y tienen una estructura perforada lo que permite que su peso sea menor a un ladrillo macizo. Sin embargo, se debe tener en cuenta que su fabricación requiere de gran cantidad de energía.

Bloques de hormigón hueco: Las paredes de bloque hueco generan menor carga permanente en la estructura a comparación de los ladrillos macizos o bloques macizos, además, requieren de menor cantidad de hormigón para su construcción. Su diseño reduce la cantidad de mortero utilizado para pegar los bloques y tienen mejores propiedades acústicas y térmicas.

Bloques de hormigón celular aireado en autoclave: Los bloques de hormigón celular tienen baja densidad en comparación a un bloque tradicional, además tiene excelentes propiedades de aislamiento térmico y acústico. Tienen alta resistencia a sulfatos, al fuego y a heladas. Los bloques celulares tienen un ahorro aproximado del 25% de energía en comparación con otros tipos de bloques de hormigón.

Pared de ladrillos huecos caravista con enlucido interno: Se aplica el mismo principio de una pared de ladrillos con la diferencia que no se emplea enlucido en la parte externa, dando un acabado diferente y vistoso.

Revestimiento de hormigón reforzado con fibra de vidrio: El hormigón reforzado con fibras de vidrio es empleado en revestimientos de paredes por sus propiedades de resistencia a la intemperie, retardante del fuego, resistente al agua y más ligero que el hormigón tradicional. Se puede emplear espesores menores al usar este material como revestimiento de paredes. Este sistema de revestimiento tiene una mayor resistencia a la compresión y mayor flexibilidad.

Documentación requerida

La documentación solicitada para paredes exteriores e interiores, es similar a la requerida en la medida MEM01*, considerando las especificaciones de paredes.

3.4.4.5 WEM07 Marcos de ventana

Esta medida busca reducir la energía incorporada en el edificio, empleando marcos de ventana con mejor energía incorporada a comparación de los marcos típicos.

Metodología y cálculos

Este criterio toma en cuenta los marcos para todo el acristalamiento exterior de la edificación incluido las puertas de vidrio exterior.

En caso de existir varias especificaciones, en el software se deberá seleccionar como un tipo de marco de ventana principal. También ofrece la opción de seleccionar un segundo tipo de marco con su porcentaje de área. Se deberá incluir el segundo tipo de marco solo si representa más del 10% del área. Para áreas menores al 10% es opcional. Si se emplean más de 2 tipos de marcos, las áreas más pequeñas podrán ser modelados como un solo tipo de marco predominante.

Estrategias de implementación

A continuación, se presenta las especificaciones que EDGE toma en consideración para el presente criterio.

Aluminio: Este material se caracteriza por ser más ligero y no oxidarse a comparación del acero, más aún la energía incorporada de este metal es mucho más alta. La ventaja de este metal es que son fuertes, ligeros y requieren menos mantenimiento a comparación de otros materiales. Al tratarse de metal, estos conducen muy bien el calor, por tanto, el rendimiento térmico de las ventanas metálicas no es tan bueno.

Acero: Las ventanas con marcos de acero son más pesadas y requieren mantenimiento para evitar la oxidación, a excepción de los marcos con acero inoxidable.

Madera: Los marcos de madera pueden ser de madera dura o blanda. La madera blanda es más económica, pero requerirá un mantenimiento de forma regular. La madera aísla relativamente bien, pero en respuesta a diferentes condiciones climáticas este material se puede expandir o contraer.

UPVC: Este tipo de marcos son fabricados de cloruro de polivinilo extruido (PVC) con estabilizadores de luz ultravioleta (UV), evitando que el material se rompa con la luz solar. Son de bajo mantenimiento, no requieren de pintura y si se rellena con algún tipo de aislante las cavidades de los marcos UPVC, logran alcanzar un buen rendimiento térmico.

Documentación requerida

Tabla 3.34 Documentación solicitada para marcos de ventanas, (IFC, 2021)

Para certificación preliminar	Para certificación final
<ul style="list-style-type: none"> • Plano de ubicación de los marcos en la edificación especificando los vidrios de la ventana, o • En caso de existir más de un tipo de marcos empleados se deberá especificar los distintos marcos empleados, y • Ficha técnica del fabricante de los marcos de ventanas empleadas, o • Lista de cantidades con las especificaciones para marcos de ventanas, incluye las puertas exteriores de vidrio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Actualización de la documentación presentada en la etapa de diseño o documentación que aún no se haya presentado, y • Ficha técnica fabricante que muestre la marca, modelo, material y el valor U de los marcos de ventanas instalados, y • Fotografías de los marcos de las ventanas con sellos de las fechas de instalación que muestre la marca y modelo, o • Recibos de compras de los marcos de las ventanas donde se evidencia la marca y el modelo. Incluye puertas exteriores de vidrio.

3.4.4.6 MEM08* Acristalamiento de ventanas

Esta medida busca reducir la energía incorporada en la edificación implementando diferentes tipos de acristalamientos en el proyecto.

Metodología y cálculos

EDGE toma en cuenta el acristalamiento de la edificación, área de ventanas y puertas acristaladas en exteriores. El acristalamiento puede ser de 3 tipos, panel simple, doble o triple.

En caso de existir varios tipos de acristalamiento, en el software se deberá seleccionar el principal que predomine en la edificación y que mejor se asemeje al implementado en el proyecto. El segundo tipo de acristalamiento debe ser especificado si éste representa más del 10% de área total. En caso que represente un área menor al 10%, será especificado de forma opcional.

Estrategias de implementación

Tabla 3.35 Tipo de acristalamiento, (IFC, 2021)

Tipos	Descripción
Acrisolamiento Simple	Este tipo de acristalamiento implementa un panel (hoja) de vidrio en las ventanas.
Acrisolamiento Doble	Este tipo de acristalamiento implementa dos paneles (hojas) de vidrio en las ventanas.
Acrisolamiento Triple	Este tipo de acristalamiento implementa tres paneles (hojas) de vidrio en las ventanas.

Documentación requerida

La documentación solicitada para acristalamiento de ventanas, es similar a la requerida en la medida MEM07*, considerando las especificaciones del acristalamiento.

3.5 Aplicación de las medidas de eficiencia a un caso de estudio

Con el objetivo de comprobar que las medidas de eficiencia EDGE propuestas en este documento, son suficientes para obtener los niveles de certificación EDGE Certified y EDGE Advanced, se analiza el proyecto “Cooperativa de Ahorro y Crédito Metrópolis LTDA.”, promovido y desarrollado por la empresa JASSATELECOM desde noviembre del 2021.

En esta sección se modelan en el software EDGE los tres escenarios (A, B y C) descritos en la sección de metodología de este documento.



Figura 3.16 Vista frontal del caso de estudio (JASSATELECOM, 2021)

3.5.1 Características generales del proyecto

3.5.1.1 Ubicación

El edificio se encuentra ubicado en la avenida Progreso y 3 de mayo, ciudad de Quinsaloma, provincia de Los Ríos. Las coordenadas geográficas del edificio son: $-1^{\circ}12'20.4''S$; $79^{\circ}18'39.5''W$.

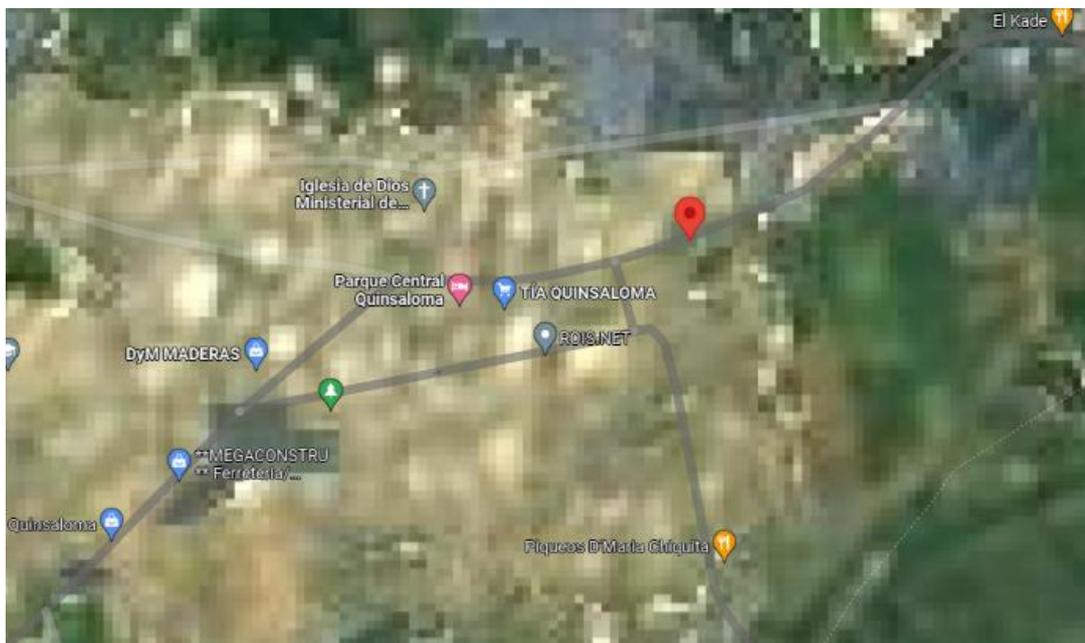


Figura 3.17 Ubicación del proyecto (Google Maps, 2022)

3.5.1.2 Superficie y orientación

- Área del terreno: 375.73 m²
- Perímetro del terreno: 128.09 m

De acuerdo con los criterios de diseño establecidos por la NEC 11, las fachadas principales tienen una orientación Norte. El proyecto al estar en una zona de clima cálido, según la NEC 11, es preferible una orientación Norte, por lo tanto, se puede afirmar que la orientación del edificio cumple con criterios de orientación eficiente.

3.5.1.3 Características arquitectónicas

El edificio está formado por 3 bloques de construcción, en donde, los dos primeros bloques tienen 2 plantas, mientras que el tercer bloque cuenta con 3 plantas. El edificio será utilizado como oficinas, la primera planta está destinada para atención al cliente y la segunda planta está destinada para salas de reuniones y oficinas de administración.

El proyecto tiene un área de construcción de 416.28m² distribuida en 3 bloques, según la descripción anterior. La distribución de los espacios es el siguiente:



Figura 3.18 Distribución de espacios en caso de estudio (JASSATELECOM, 2021)

3.5.1.4 Características estructurales

El edificio estará construido con un sistema de pórticos especiales sismorresistentes, conformados por elementos horizontales (Vigas principales y secundarias) tipo “I” y elementos verticales (Columnas) con sección tipo “HSS” cuadrados sin relleno de hormigón. Los elementos estructurales son fabricados a

partir de flejes de acero estructural tipo ASTM-A-36. Se usarán conexiones precalificadas para la unión de vigas y columnas.

Se utiliza zapata corrida y piramidal en dos sentidos de hormigón armado en la cimentación. Para el anclaje de la placa base se utilizan pernos de anclaje y las columnas serán unidas a la placa base a partir de soldadura de penetración completa.

3.5.2 Orientación en el manejo del software y modelado del caso “Tradicional” (Escenario A)

Para tener una orientación en el manejo del software se modela el proyecto proporcionado por la empresa JASSATELECOM, tomando en cuenta los diferentes parámetros implementados en una construcción tradicional.

Para poder acceder, crear y guardar un proyecto en el software EDGE es necesario obtener una cuenta, para ello se puede ingresar en el siguiente enlace:

<https://app.edgebuildings.com/user/welcome>

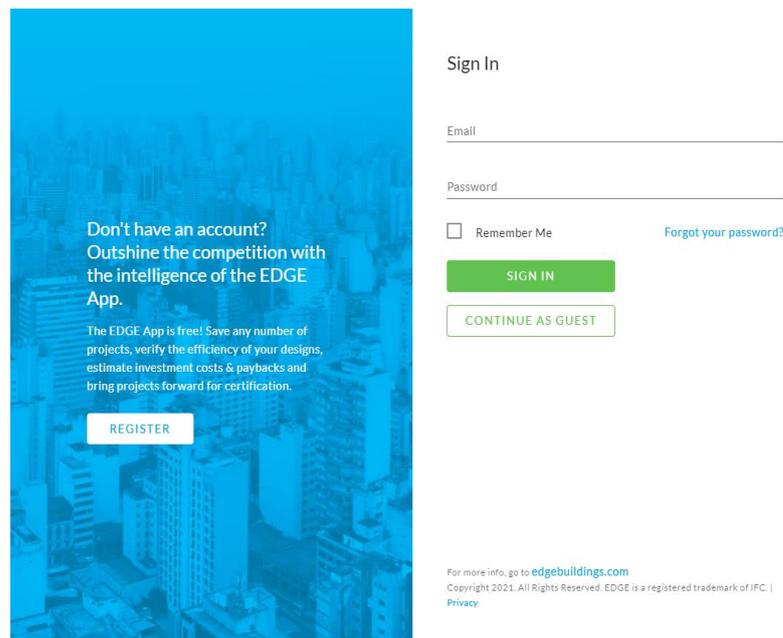


Figura 3.19 Plataforma de software EDGE, (Software EDGE, 2021)

Una vez dentro de la aplicación se deberá seleccionar el tipo de proyecto con el cual que va a trabajar. JASSATELECOM busca la certificación EDGE en proyectos de tipo oficina.

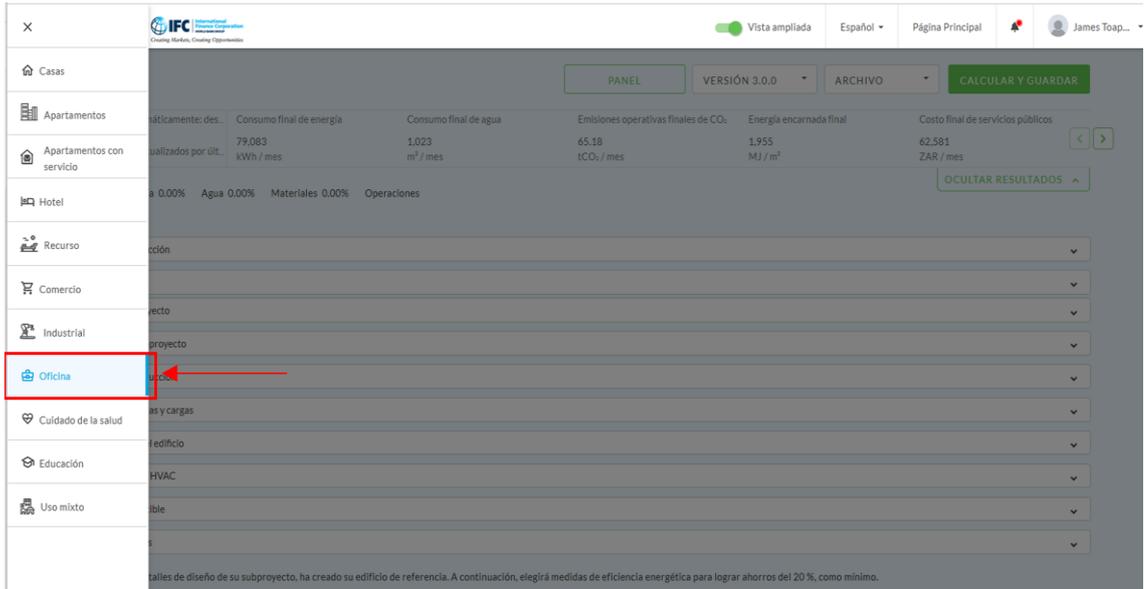


Figura 3.20 Selección del tipo de proyecto a modelar (Software EDGE, 2021)

Una vez seleccionado el tipo de proyecto que va a ser modelado, se procede a ingresar los diferentes datos de diseño, ahorro de energía, ahorro de agua y ahorro de energía incorporada en materiales que aplican a un proyecto tradicional.

3.5.2.1 Datos o detalles de diseño

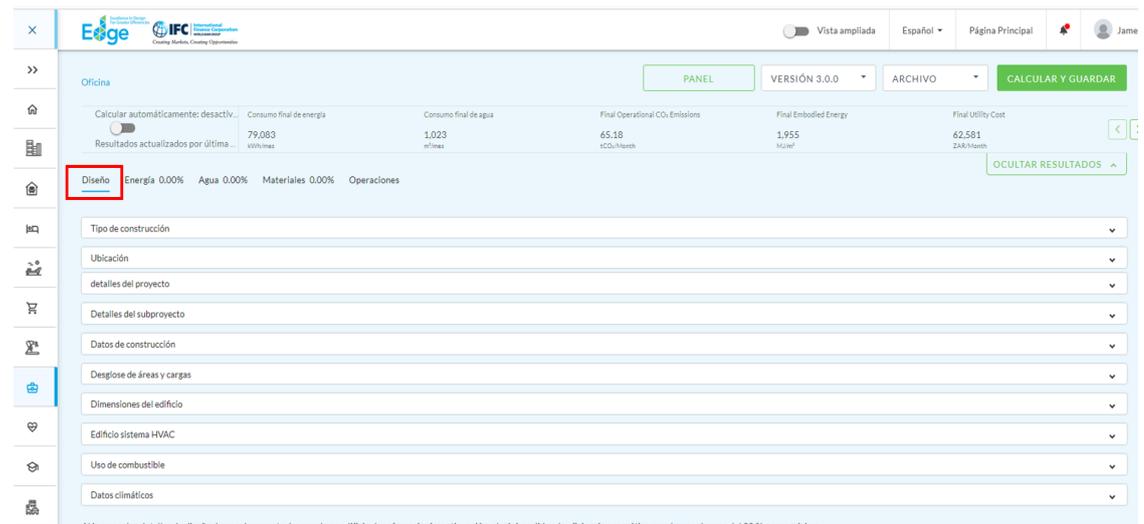


Figura 3.21 Pestaña de diseño para proyectos de oficinas. (Software EDGE, 2021)

En el apartado de diseño, la información a ingresar es referente al proyecto. Se pide especificar el tipo de proyecto a construir.

Tipo de construcción: Para el caso puntual será de tipo oficina.

Ubicación: Se deberá seleccionar el país y ciudad donde se encuentra ubicado el proyecto, en caso de que la ciudad no se encuentre entre las opciones, se

deberá seleccionar la ciudad que más se asemeje en características geográficas y climáticas al proyecto que se desea modelar. Para el caso de estudio se seleccionó Ecuador, Guayaquil.

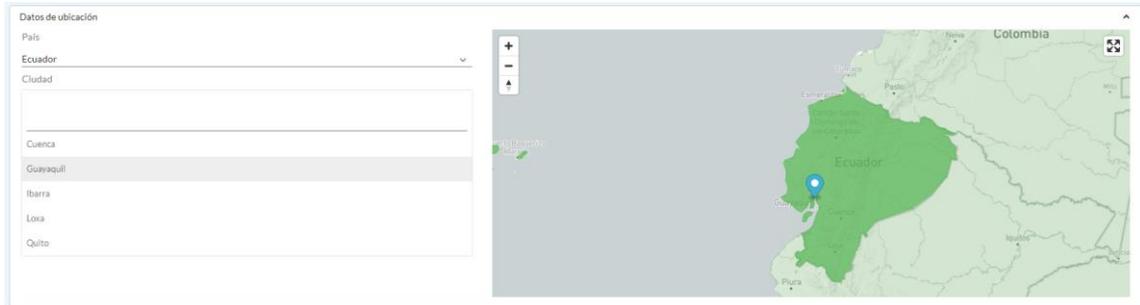


Figura 3.22 Datos de ubicación del proyecto (Software EDGE, 2021)

Detalles del proyecto: Se deberá proporcionar información de alto nivel referente al proyecto como nombre del propietario, información de contacto, que también serán válidos para los subproyectos.

Tabla 3.36 Información básica del proyecto (IFC, 2021)

Requisito	Descripción
Nombre del proyecto	El nombre del proyecto será considerado como un identificador.
Número de edificios	Un Proyecto puede estar conformado por varios edificios por lo tanto es necesario identificar el número de edificios en el proyecto, esta información permite al Auditor comprender la configuración del proyecto.
Número de Subproyectos EDGE asociados	Por cada subproyecto asociado al proyecto, EDGE crea un archivo separado. Este campo no es editable.
Superficie de piso total del proyecto	Es la superficie interna total del proyecto, incluido estacionamientos cubiertos. No se incluye áreas como jardines, patios, etc.
Nombre del titular del proyecto	Nombre del encargado de la evaluación EDGE que forma parte del equipo encargado del proyecto.
Correo electrónico	El correo proporcionado del titular del proyecto debe ser vigente.
Número de teléfono	El numero proporcionado del titular del proyecto debe ser vigente.
Dirección Línea 1	Dirección principal del proyecto.
Dirección Línea 2	Detalles adicionales a la dirección propuesta en "Dirección Línea 1"
Ciudad	Ciudad donde se ejecutará el proyecto.
Provincia	Provincia en donde estará ubicado el proyecto.
Código postal	Código postal del lugar de implantación del proyecto.
País	País en donde se ejecutará el proyecto
Número del proyecto	Este detalle es asignado automáticamente por el sistema.

Detalles del Proyecto			
Nombre del Proyecto* COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO METRÓPOLIS x	Dirección línea1 Los Ríos, Quinsaloma, Av. Progreso S/N	Código postal 120408	Cantidad de subproyectos EDGE asociados 1
Cantidad de edificios distintos* 1	Dirección línea2 Quinsaloma, Av. Progreso S/N	Teléfono del titular del Proyecto Móvil eg 0001	Superficie total del proyecto (m ²) 416.28
Nombre del titular del Proyecto Aida Urbano	Ciudad Quinsaloma	¿Desea certificar?*	Número del Proyecto 1000926702
Email del titular del Proyecto	Estado/Provincia Los Ríos	¿Compartir con inversor(s) o banco(s)?*	
	País Ecuador	¿Este proyecto se creó con fines formativos? *	
<input type="button" value="CARGAR"/>	<input type="button" value="DESCARGAR"/>	<input type="button" value="SOLICITE LA CERTIFICACIÓN"/>	
los documentos del proyecto.		los documentos de auditoría del proyecto.	

Figura 3.23 Datos de detalle del proyecto, (Software EDGE, 2021)

Detalles del subproyecto: Al tratarse de un proyecto de oficinas, no existen subproyectos asociados, por lo cual, en esta sección se deberá ingresar los datos de proyecto.

Datos de construcción y detalles operativos: Se debe colocar los diferentes datos constructivos de la edificación como: Superficie total del proyecto, Número de pisos sobre el nivel de la rasante, Número de pisos debajo del nivel de la rasante, Altura de piso a piso, Superficie de techo, Días hábiles (días/Semana), Días de feriado (días/año), Horas de funcionamiento (Horas/días), Densidad de ocupación (m²/persona), Costo de construcción (\$/m²) y Consto de venta (\$/m²).

Datos del edificio			
Por defecto		Entrada de usuario	
Área interna bruta (m ²) 10,000	Área interna bruta (m ²) 416.28	Días hábiles (Days/Week) 5.00	Días hábiles (Days/Week) 5
No. de pisos sobre el nivel 10	No. de pisos sobre el nivel 2	No. de feriados (días / año) 24.00	No. de feriados (días / año) 14
No. de pisos debajo del nivel 2	No. de pisos debajo del nivel 0	Horas de funcionamiento (horas / día) 8.00	Horas de funcionamiento (horas / día)
Altura entre piso y piso (metros) 3.5	Altura entre piso y piso (metros) 2.8	Densidad de ocupación (personas / casa) 28	Densidad de ocupación (personas / casa) 28
Superficie del techo (m ²) 208	Superficie del techo (m ²) 213.6	Costos de construcción	
		Por defecto	Entrada de usuario
		Costo de construcción (USD / m ²) 2,600.0	Costo de construcción (USD / m ²) 780
		Valor de venta estimado (USD / m ²) 3,692.0	Valor de venta estimado (USD / m ²) 1,000

Figura 3.24 Datos constructivos del edificio (Software EDGE, 2021)

Desglose de áreas y cargas: Se deberá especificar el metraje de cada uno de los espacios del proyecto: Oficinas abiertas, Oficinas cerradas o privadas, Corredores, Sala de conferencias, Vestíbulo, Cocina y preparación de alimentos, Baños, Estacionamiento cubierto, Bodega, cuarto eléctrico y cuarto de máquinas.

Desglose de áreas y cargas			
Área interna bruta (m²) 416.3			
Predeterminado (m²)		Entrada de usuario (m²)	
Oficina abierta 229.0	Oficina abierta 66.49	Por defecto	
Oficina privada o cerrada 41.6	Oficina privada o cerrada 35.76	Entrada de usuario	
Corredor 20.8	Corredor 94.34	Área con iluminación exterior (m²) 3,000	Área con iluminación exterior (m²) 0
Conferencia 14.7	Conferencia 39.18	Área de estacionamiento exterior (m²) 25	Área de estacionamiento exterior (m²) 26.91
Centro de datos 4.2	Centro de datos 84.52	Superficie regada (m²) 4,000	Superficie regada (m²) 0
Vestibulo 20.8	Vestibulo 64.71	Piscina tipo Indoor-Heated-Pool-and-Outdoor-Unheated-Pool	Tipo de piscina Ninguno
Cocina y preparación de alimentos 14.7	Cocina y preparación de alimentos 5.09	Piscina (m²) 20	Piscina (m²) 0
Baños 14.7	Baños 14.11		
Estacionamiento cubierto 0.0	Estacionamiento cubierto 0		
Bodega, cuarto eléctrico y de máquinas** 14.7	Bodega, cuarto eléctrico y de máquinas** 12.08		

Figura 3.25 Desglose de áreas y cargas del edificio (Software EDGE, 2021)

Dimensiones del edificio: Se ingresan las dimensiones de la edificación, tomando en cuenta su orientación: Norte, Noroeste, Este, Suroeste, Sur, Suroeste, Oeste y Noroeste.

Dimensiones del edificio		
Por defecto Building Length (metros)	Entrada de usuario (metros)	Área de fachada expuesta al aire exterior (%)
Norte 7.4	Norte 0	Norte 100
Noroeste 7.4	Noroeste 36.11	Noroeste 100
Este 7.4	Este 0	Este 100
Sudeste 7.4	Sudeste 6.38	Sudeste 100
Seguro 7.4	Seguro 0	Seguro 100
Sudoeste 7.4	Sudoeste 36.11	Sudoeste 100
oeste 7.4	oeste 0	oeste 100
Noroeste 7.4	Noroeste 6.38	Noroeste 100

Figura 3.26 Dimensiones del edificio, (Software EDGE, 2021)

Sistema de HVAC: Esta información es utilizada para calcular el rendimiento del caso mejorado del edificio. Se deberá seleccionar la “entrada simplificada” para que las suposiciones de los periodos de calefacción y refrigeración sean calculadas por EDGE. Se deberá seleccionar “entrada detallada” si los usuarios desean ingresar los datos del periodo de calefacción y refrigeración por mes. (IFC, 2021).

Edificio sistema HVAC

Seleccionar tipo de entrada

Entradas simplificadas

¿El diseño del edificio incluye sistema de A/A?

Si

¿El diseño del edificio incluye sistema de calefacción de espacios?

No

¿El diseño del edificio incluye el suministro de agua fría y calefacción compr...

Ninguno

Línea de base aplicable

BORDE

Figura 3.27 Sistema HVAC en el software EDGE, (Software EDGE, 2021)

Uso de combustible: Se deberá especificar el tipo de combustible utilizado en las distintas actividades requeridas en el proyecto por parte de EDGE.

Uso de combustible		Entrada de costos	
Por defecto	Entrada de usuario	Por defecto	Entrada de usuario
Agua caliente Electricity	Agua caliente Electricidad	Electricidad (USD/KWh) 0.08	Electricidad (USD/KWh)
Calefacción de espacios Electricity	Calefacción de espacios Electricidad	Diésel (USD/Lt) 1.42	Diésel (USD/Lt)
Generador Diésel	Generador Diésel	Gas natural (USD / kg) 0.40	Gas natural (USD / kg)
% de generación de electricidad con diésel 2.00%	% de generación de electricidad con diésel	GLP (USD / kg) 0.40	GLP (USD / kg)
Combustible utilizado para cocinar Electricity	Combustible utilizado para cocinar Electricidad	Carbón (USD / kg) 0.1	Carbón (USD / kg)
Por defecto	Entrada de usuario	Acetate combustible (USD / Lt) 0.3	Acetate combustible (USD / Lt)
Electricidad (kg de CO ₂ /KWh) 0.40	Electricidad (kg de CO ₂ /KWh)	Agua (USD/KL) 0.04	Agua (USD/KL)
Diésel (kg de CO ₂ / kWh) 0.25	Diésel (kg de CO ₂ / kWh)	Conversión de USD (USD / USD) 1.00	Conversión de USD (USD / USD)
Gas natural (kg de CO ₂ / kWh) 0.18	Gas natural (kg de CO ₂ / kWh)		
GLP (kg de CO ₂ / kWh) 0.24	GLP (kg de CO ₂ / kWh)		
Carbón (kg de CO ₂ / kWh) 0.32	Carbón (kg de CO ₂ / kWh)		
Fuel Oil (kg de CO ₂ / kWh) 0.25	Fuel Oil (kg de CO ₂ / kWh)		

Figura 3.28 Uso de combustible de la edificación, (Software EDGE, 2021)

Datos climáticos: Tienen como base los datos meteorológicos de la ciudad en donde se encuentra ubicado el proyecto. Los valores mensuales pueden variar debido a variación en los microclimas, por tanto, el usuario tiene la opción de actualizar los valores proporcionados por EDGE y colocar los relacionados a su proyecto. Adicionalmente se deberá completar información como: Elevación, Latitud, Zona climática de ASHRAE, Precipitación, Temperatura, Humedad relativa y Velocidad del viento (IFC, 2021).

Datos climáticos							
Por defecto		Entrada de usuario		Por defecto		Entrada de usuario	
Dirección (m)		Dirección (m)		Latitud (Grados)		Latitud (Grados)	
1284		158		24		1	
Precipitaciones (mm / año)		Precipitaciones (mm / año)		Zona climática de ASHRAE		Zona climática de ASHRAE	
562				2A		1A	
Temperatura (°C)				Humedad relativa (%)		Velocidad del viento (m / seg)	
Por defecto (Máx. Mensual)	Entrada de usuario (Máx. Mensual)	Por defecto (Mínimo mensual)	Entrada de usuario (Mínimo mensual)	Por defecto (Promedio mensual)	Entrada de usuario (Promedio mensual)	Por defecto (Promedio mensual)	Entrada de usuario (Promedio mensual)
Ene. 32.0	Ene.	Ene. 21.2	Ene.	Ene. 69.0%	Ene.	Ene. 2.1	Ene.
Feb. 31.2	Feb.	Feb. 20.0	Feb.	Feb. 73.6%	Feb.	Feb. 1.8	Feb.
Mar. 31.7	Mar.	Mar. 21.7	Mar.	Mar. 75.5%	Mar.	Mar. 1.9	Mar.
Abr. 32.2	Abr.	Abr. 21.7	Abr.	Abr. 73.2%	Abr.	Abr. 2.1	Abr.
Mayo 31.1	Mayo	Mayo 20.9	Mayo	Mayo 69.1%	Mayo	Mayo 2.4	Mayo
Jun. 30.4	Jun.	Jun. 19.2	Jun.	Jun. 72.2%	Jun.	Jun. 3.1	Jun.
Jul. 30.6	Jul.	Jul. 19.1	Jul.	Jul. 71.7%	Jul.	Jul. 3.4	Jul.
Ago. 29.9	Ago.	Ago. 19.1	Ago.	Ago. 73.1%	Ago.	Ago. 2.6	Ago.
Sep. 30.2	Sep.	Sep. 18.2	Sep.	Sep. 72.7%	Sep.	Sep. 3.7	Sep.
Oct. 30.4	Oct.	Oct. 19.1	Oct.	Oct. 68.5%	Oct.	Oct. 2.7	Oct.
Nov. 31.4	Nov.	Nov. 19.2	Nov.	Nov. 71.0%	Nov.	Nov. 3.5	Nov.
Dic. 32.0	Dic.	Dic. 20.5	Dic.	Dic. 66.4%	Dic.	Dic. 3.0	Dic.

Figura 3.29 Datos climáticos de la ubicación del proyecto, (Software EDGE, 2021)

3.5.2.2 Criterios de ahorro de energía implementados en el caso “Tradicional”

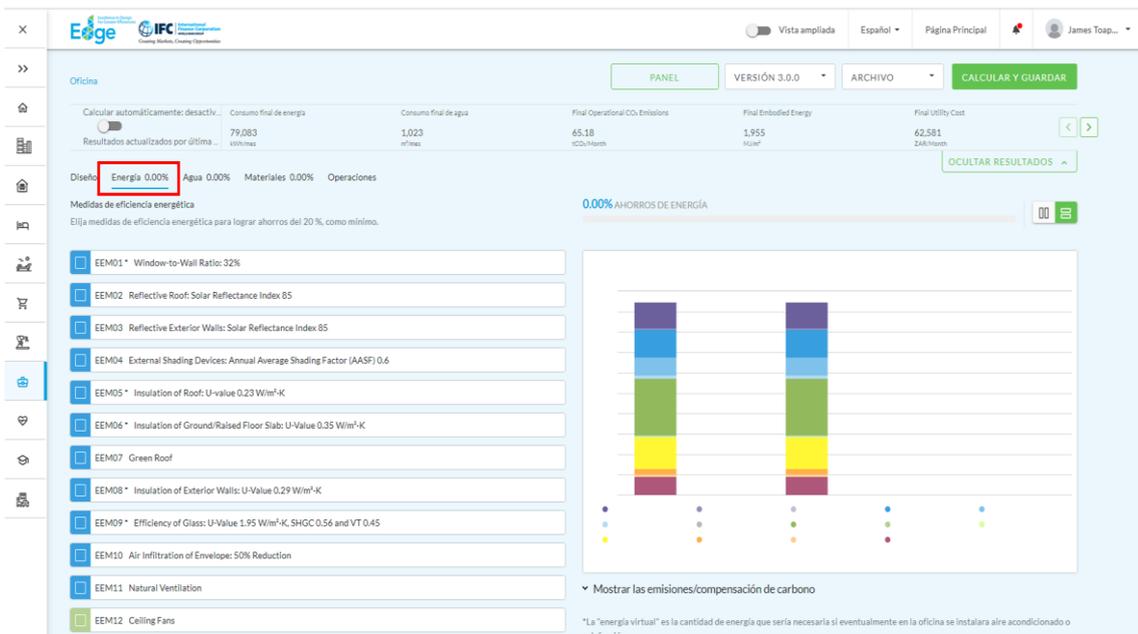


Figura 3.30 Pestaña de Ahorro de energía para proyectos de oficinas, (Software EDGE, 2021)

EEM01*: Presenta una relación ventana-pared de 5.29%.

✓	EEM01 * Relación ventana-pared: 5,29% Valor de caso base: 40%	more_vert
	WWR (%)	<input type="text" value="5.29"/>

Figura 3.31 Medida EEM01* para caso “Tradicional” (Software EDGE, 2021)

EEM02: Se emplea un índice de reflectancia solar (SRI) de 10, valor que es inferior al caso base de 45.

✓	EEM02 Techo reflectante: índice de reflectancia solar 10 Valor de caso base: 45	more_vert
	SRI	<input type="text" value="10"/>

Figura 3.32 Medida EEM02 para caso “Tradicional” (Software EDGE, 2021)

EEM05*: El valor U para el aislamiento de techo, al ser un criterio obligatorio se asumirá el valor del caso base de $U=1.91 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

✓	EEM05 * Aislamiento del techo: valor U $1,91 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$ Valor de caso base: $1,91 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$	more_vert
	Valor U (W / ...)	<input type="text" value="1.91"/>

Figura 3.33 Medida EEM05* para caso “Tradicional” (Software EDGE, 2021)

EEM06*: El valor U para el aislamiento de suelo/losa, al ser un criterio obligatorio se asumirá el valor del caso base de $U=0.49 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

✓	EEM06 * Aislamiento de suelo / losa de piso elevado: Valor U $0,49 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$ Valor de caso base: $0,49 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$	more_vert
	Valor U (W / ...)	<input type="text" value="0.49"/>

Figura 3.34 Medida EEM06* para caso “Tradicional” (Software EDGE, 2021)

EEM08*: El valor U para el aislamiento de muros exteriores, al ser un criterio obligatorio se asumirá el valor del caso base de $U=1.86 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

✓	EEM08 * Aislamiento de muros exteriores: Valor U $1,86 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$ Valor de caso base: $1,86 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$	more_vert
	Valor U (W / ...)	<input type="text" value="1.86"/>

Figura 3.35 Medida EEM08* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)

EEM09*: El valor de la eficiencia del vidrio, al ser un criterio obligatorio se trabajará con valores del caso base.

EEM09* Eficiencia del vidrio: valor U 5,75 W / m² · K, SHGC 0,49 y VT 0,7 more_vert
 Valor de caso base: 5,75 W / m² · K y SHGC 0,49 y VT 0,7

✓ Valor U (W/... SHGC
 VT (factor)

Figura 3.36 Medida EEM09* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)

EEM013*: El valor de la eficiencia del sistema de enfriamiento empleado en el proyecto es de COP=3.2 de acuerdo a las características del equipo utilizado.

EEM13* Eficiencia del sistema de refrigeración: COP (W/W) 3,2 more_vert
 Sistema de caso básico: bomba de calor de paquete único unitario DX enfriado por aire
 COP del caso base: 2,91

✓ Seleccionar sistema Air Cooled DX Split System
 COP (W/...

Figura 3.37 Medida EEM13* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)

EEM22 y EEM23: Se emplean sistemas de iluminación eficiente para áreas internas y externas con una eficiencia luminosa de 75 Lm/W.

EEM22 Iluminación eficiente para áreas internas more_vert
 Valor de caso base: 65 L / W

✓ Tipo de efici... Eficacia luminosa

EEM23 Iluminación eficiente para áreas externas more_vert
 Valor de caso base: 65 L / W

✓ Tipo de efici... Eficacia luminosa

Figura 3.38 Medidas EEM22 y EEM23 para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)

EEM24: Se emplean controles de iluminación de tipo manual.

EEM24 Controles de iluminación more_vert

✓ Tipo de cont... Encendido / apagado autom...

Figura 3.39 Medida EEM24 para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)

EEM25: Se emplean un sistema de claraboyas con un área de 45.95 m².



Figura 3.40 Medida EEM25 para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)

Se puede evidenciar que con las medidas adoptadas en el proyecto “tradicional” de tipo oficina se obtiene un ahorro de energía de 20.88%, cumpliendo con la norma EDGE en materia de ahorro de energía.

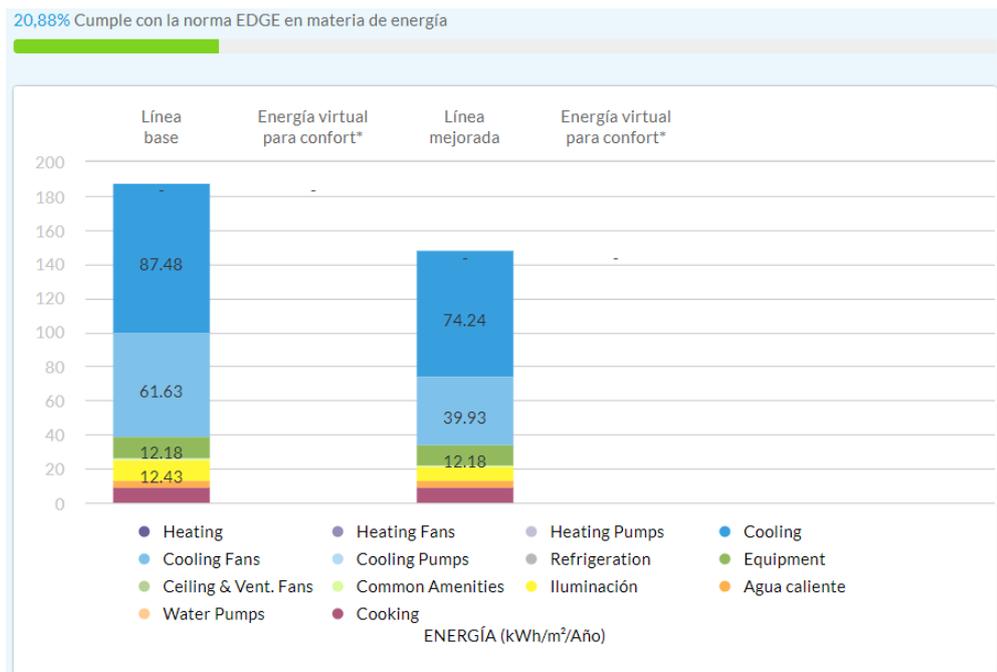


Figura 3.41 Ahorro energético obtenido para el caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)

3.5.2.3 Criterios de ahorro de agua implementados en caso “Tradicional”

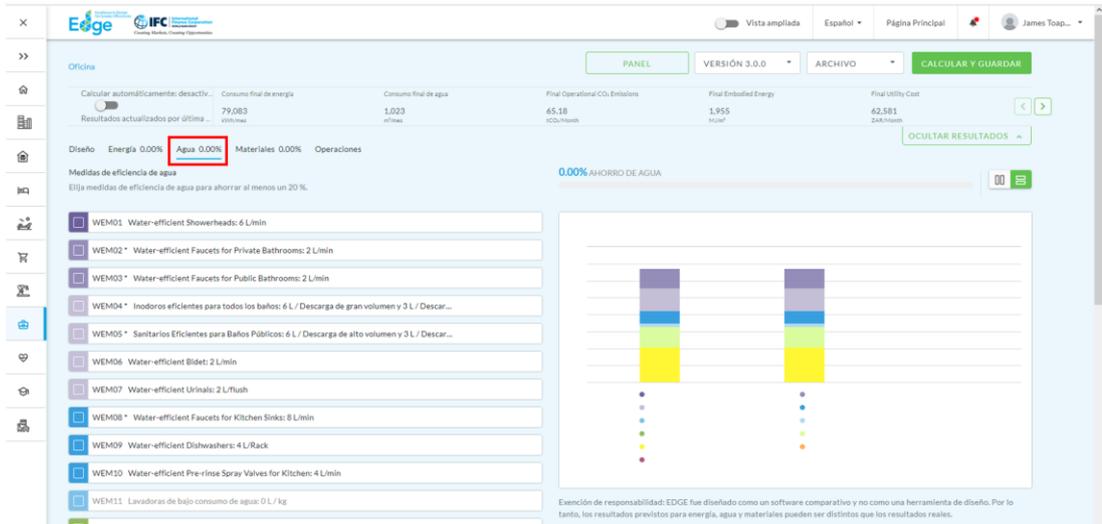


Figura 3.42 Pestaña de Ahorro de agua para proyectos de oficinas, (Software EDGE, 2021)

Los diferentes criterios implementados por un proyecto de construcción tradicional para el ahorro de agua son los siguientes:

WEM01: Se emplean duchas con un consumo de agua de 6 l/min.

WEM01 Cabezales de ducha de bajo consumo de agua: 6 l / min		more_vert	
Valor de caso base: 8 L / min			
✓ Tipo de baño	Cabezales de ducha	Tasa de flujo...	6
Suministro ...	Sí	Duchas / día...	1

Figura 3.43 Medida WEM01 para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)

WEM02* y WEM03*: Se emplean grifos de bajo consumo de agua para baños público y privados de 8.3 L/min.

WEM02 * Grifos de bajo consumo de agua para baños privados: 8,3 l / min		more_vert	
Valor de caso base: 6 L / min			
✓ Tipo de grifo	Grifos con aireadores	Tasa de flujo...	8.3
Suministro ...	No		

WEM03 * Grifos de bajo consumo de agua para baños públicos: 8,3 l / min		more_vert	
Valor de caso base: 6 L / min			
✓ Tipo de grifo	Grifos con aireadores	Tasa de flujo...	8.3
Suministro ...	No		

Figura 3.44 Medida WEM02* y WEM03* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)

WEM04* y WEM05*: Se emplean inodoros eficientes de descarga simple de bajo consumo de agua para baños público y privados de 4.8 L/min.

WEM04* Efficient Water Closets for Public Bathrooms: 4.8 L/flush
Base Case Value: 8 L/flush
Type Of Wat... Single Flush
Flush Volume... 4.8

WEM05* Efficient Water Closets for Public Bathrooms: 4.8 L/flush
Base Case Value: 8 L/flush
Type Of Wat... Single Flush
Flush Volume... 4.8

Figura 3.45 Medida WEM04* y WEM05* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)

WEM08*: Se emplean grifos de bajo consumo para fregaderos de cocina de 8L/min.

WEM08* Grifos de bajo consumo para fregaderos de cocina: 8 L / min
Valor de caso base: 10 L / min
Suministro ... No
Tasa de flujo... 8

Figura 3.46 Medida WEM08* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)

Con las medidas adoptadas en el proyecto de oficina de tipo “Tradicional”, se obtiene un ahorro de agua de 7.96%.

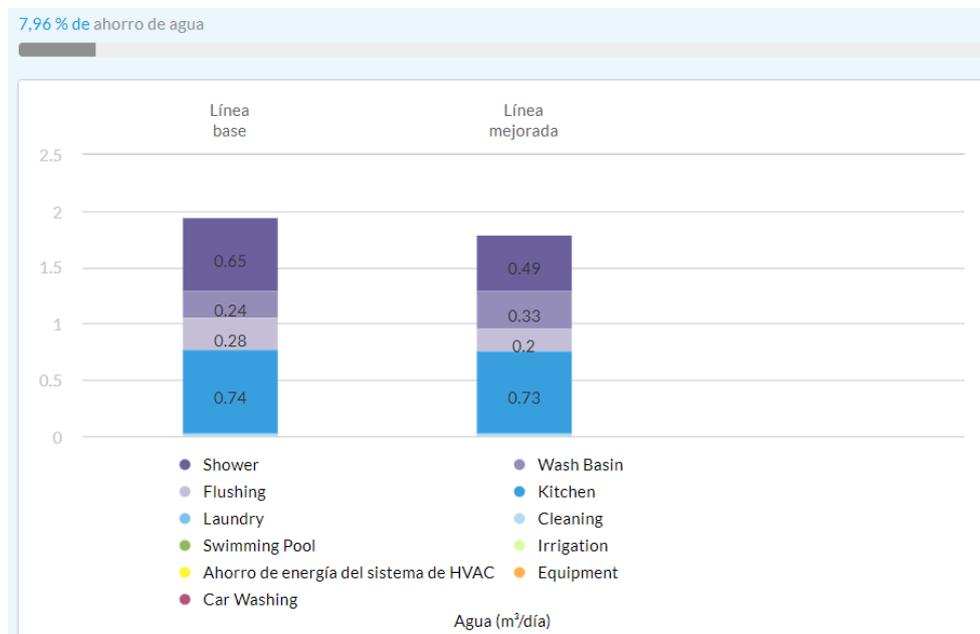


Figura 3.47 Ahorro en agua obtenido para el caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)

3.5.2.4 Criterios de ahorro de energía incorporada en materiales implementados en caso “Tradicional”

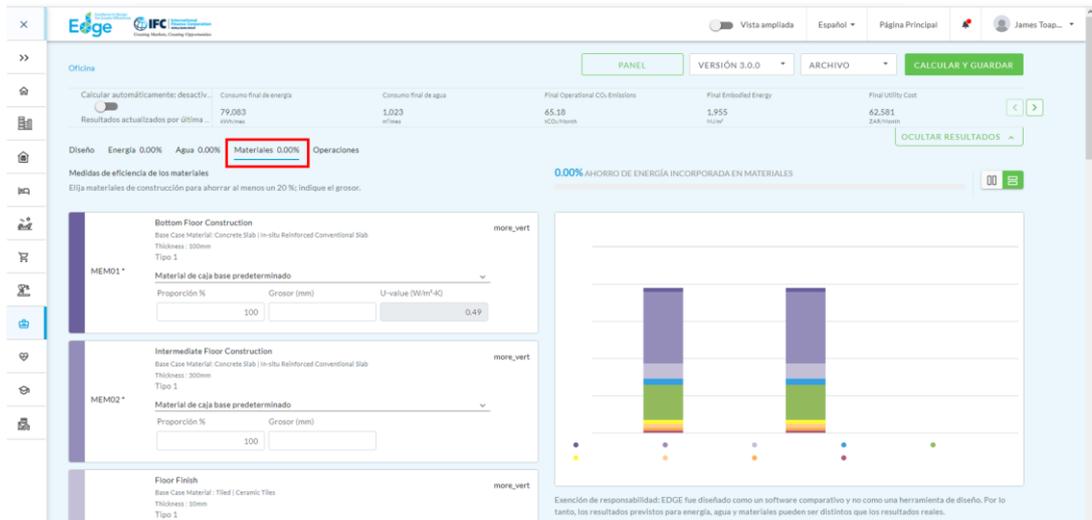


Figura 3.48 Pestaña de Ahorro de energía incorporada en materiales para proyectos de oficinas, (Software EDGE, 2021)

Los diferentes criterios implementados por un proyecto de construcción “Tradicional” para el ahorro de energía incorporada en materiales son:

MEM01*: El piso inferior se emplea una losa de concreto convencional reforzada en sitio con un espesor de 250mm.

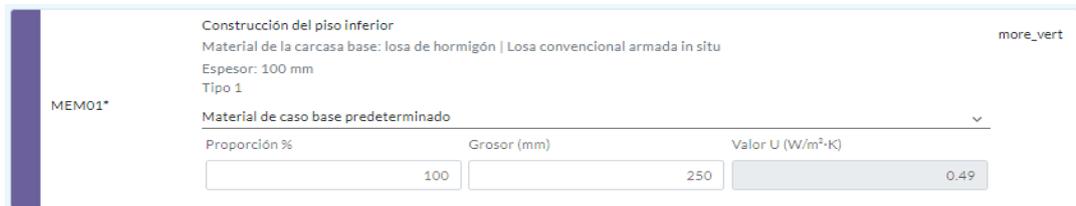


Figura 3.49 Medida MEM01* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)

MEM02* y MEM04*: Para pisos intermedios y techo se emplea una losa de concreto en sitio sobre plataforma corrugada de acero sobre vigas con un espesor de 160mm.

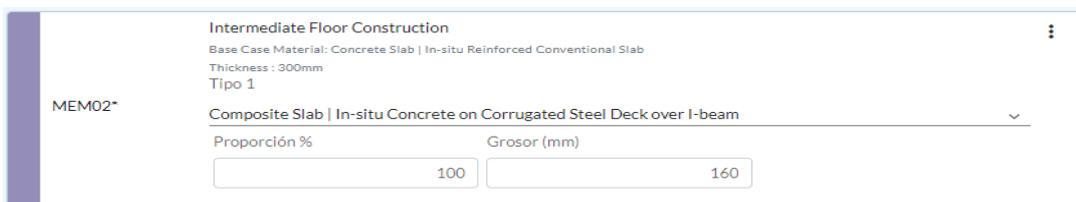


Figura 3.50 Medida MEM02* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)

MEM03*: Para los acabados de piso se emplean cerámicas con un espesor estándar de 10mm.



The screenshot shows a software interface for defining a material layer. On the left, there is a vertical purple bar with the label 'MEM03*'. The main area is titled 'Floor Finish' and includes the following information: 'Base Case Material : Tiled | Ceramic Tiles', 'Thickness : 10mm', and 'Tipo 1'. Below this, a dropdown menu is set to 'Tiled | Ceramic Tiles'. At the bottom, there are two input fields: 'Proporción %' with a value of '100' and 'Grosor (mm)' with a value of '10'.

Figura 3.51 Medida MEM03* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)

MEM05* y MEM06*: Para las paredes exteriores se emplean bloques huecos de peso medio con un grosor de 150mm. Para las paredes internas se emplean bloques huecos de peso medio con un grosor de 100mm.



The screenshot shows two stacked software interface panels. The top panel is for 'MEM05*' and is titled 'Exterior Walls'. It includes: 'Base Case Material : Brick Wall | Solid Brick (0-25% voids) with External and Internal Plaster', 'Thickness : 200mm', and 'Tipo 1'. A dropdown menu is set to 'Concrete Blocks | Hollow Blocks of Medium-Weight'. Below are three input fields: 'Proporción %' (100), 'Grosor (mm)' (150), and 'U-value (W/m²·K)' (1.86). The bottom panel is for 'MEM06*' and is titled 'Interior Walls'. It includes: 'Base Case Material : Brick Wall | Solid Brick (0-25% voids) with External and Internal Plaster', 'Thickness : 100mm', and 'Tipo 1'. A dropdown menu is set to 'Concrete Blocks | Hollow Blocks of Medium-weight'. Below are two input fields: 'Proporción %' (100) and 'Grosor (mm)' (100).

Figura 3.52 Medidas MEM05* y MEM06* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)

MEM07*: El material de los marcos de las ventanas son de acero.



The screenshot shows a software interface for defining a material layer. On the left, there is a vertical orange bar with the label 'MEM07*'. The main area is titled 'Window Frames' and includes: 'Base Case Material : Aluminium', 'Tipo 1', and a dropdown menu set to 'Acero'. Below is one input field: 'Proporción %' with a value of '100'.

Figura 3.53 Medida MEM07* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)

MEM08*: Las ventanas presentan un acristalamiento simple con un grosor de 10mm.



Figura 3.54 Medida MEM08* para caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)

Con las medidas adoptadas en el proyecto de oficina de tipo “Tradicional” se obtiene un ahorro de energía incorporada en materiales de 47.67 %, cumpliendo con la norma EDGE en materia de energía incorporada en materiales.

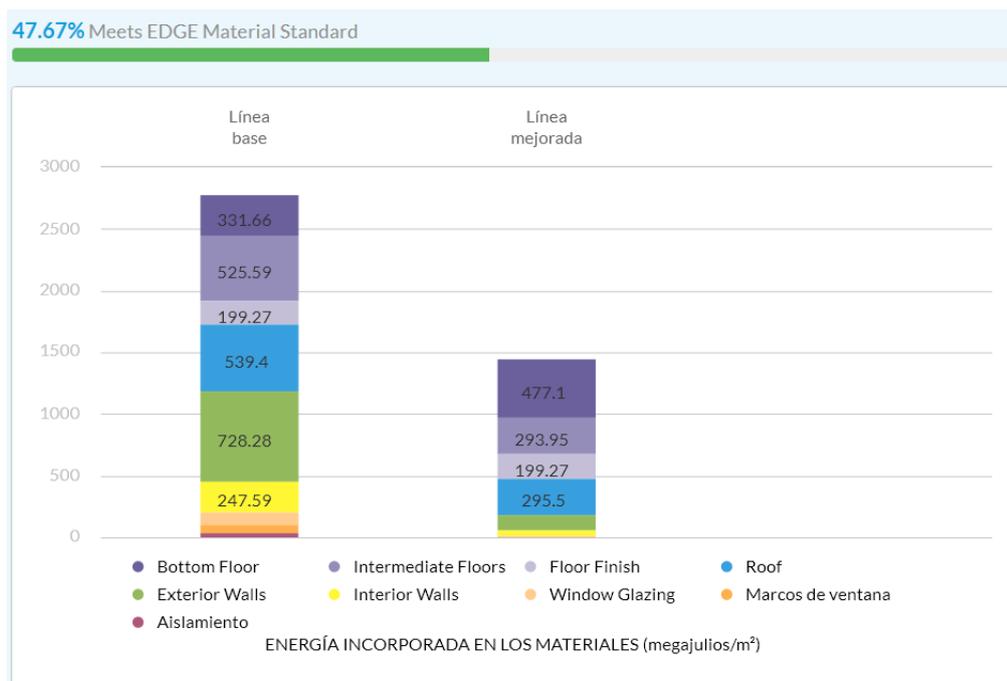


Figura 3.55 Ahorro en energía incorporada en materiales obtenido para el caso “Tradicional”, (Software EDGE, 2021)

3.5.3 Modelado del caso “EDGE Certified” (Escenario B)

En el presente apartado se implementarán las diferentes medidas enunciadas en la sección “3.4 Implementación de medidas de eficiencia” para obtener la certificación EDGE Certified.

Los criterios utilizados se emplearán a manera de ejemplo en el proyecto proporcionado por la empresa JASSATELECOM, con el objetivo de alcanzar la certificación. Por tanto, el apartado de diseño tendrá la misma información utilizada en la sección anterior para el caso “Tradicional”.

3.5.3.1 Criterios de ahorro de energía implementados en el caso “EDGE Certified”

A continuación, se muestra las medidas que fueron propuestas en este documento para ser implementadas en un proyecto de oficina y alcanzar la certificación EDGE Certified. Adicionalmente, se detalla las especificaciones técnicas de los equipos y materiales empleados por cada medida de eficiencia.

EEM03: Se implementa una pintura acrílica en colores claros para paredes exteriores con un SRI de 65%.

Tabla 3.37 Pintura Viniltex Satinado para la medida EEM03 (Rivera & Toapanta, 2021)

Paredes exteriores reflectantes		
	Pintura Viniltex Satinado	
	Referencia Color	Tonos claros
	Marca	Pintuco - Viniltex
	Código	SKU: P27194-GL
	Tamaño	Galón
	Precio	\$ 25.90

EEM13*: Se implementó el mismo sistema de refrigeración utilizado en el caso “Tradicional” con un COP de 3.2.

Tabla 3.38 Sistema de refrigeración por Aire para la medida EEM13* (Rivera & Toapanta, 2021)

Sistema de refrigeración				
	Modelo	Innovair DXC60C2AN1	Innovair DXC36C2AN1	
	Capacidad	60000 BTU/H	36000 BTU/H	
	Flujo de aire	2000 CFM	1200 CFM	
	Voltaje-Fases-Hz	208/230V-1Ph-60Hz		
	Motor	HP ¾+		HP ½
		Capacitor 12X370-440		
		1075 RPM		
	Refrigerante	R410a	R410a	
Precio	\$2.578,98	\$1.822,74		

EEM22 y EEM23: Se utilizan lámparas tipo LED con una eficiencia luminosa de 80 lm/W, mayor al del caso base.

Tabla 3.39 Panel LED para las medidas EEM22 y EEM23 (Rivera & Toapanta, 2021)

Iluminación		
	Modelo	General Lighting 31495-4
	Potencia	18 W
	Lúmenes	1440 lm
	Eficiencia energética	80 lm/W
	Tensión	100-240V
	Vida útil	20000 H
	Precio	\$ 15.00

EEM24: Se implementa un sistema de sensores de ocupación y sensores de luz natural.

Tabla 3.40 Sensores de movimiento y luz natural para la medida EEM24 (Rivera & Toapanta, 2021)

Sensor de movimiento y luz natural		
	Modelo	SYLVANIA - P23585
	Especificaciones	IP20
	Capacidad máxima	15w LED
	Tensión	110-240V
	Angulo de detección	180°
	Rango	12 m
	Retardo de apagado	Entre 10 seg a 7 min
	Rango de luz ambiente	Entre 10 y 2000 luxes
	Precio	\$ 7.00

EEM32: Se emplean equipos de corrección del factor de potencia.

Tabla 3.41 Corrector de factor de potencia para la medida EEM32 (Rivera & Toapanta, 2021)

Correcciones del factor de potencia		
	Marca	CHINT
	Modelo	JKF8-6
	Consumo de energía	15 W
	Tensión de control	400Vca \pm 10%
	Corriente de control	150mA~5 A
	Frecuencia nominal	50/60Hz \pm 5%
	Tiempo de retardo	5~120 segundos
	Precio	\$ 180.00

Con las medidas implementadas anteriormente se obtienen un ahorro de energía de 27.86%, cumpliendo con la norma EDGE y obtener un ahorro mayor al 20% en energía.

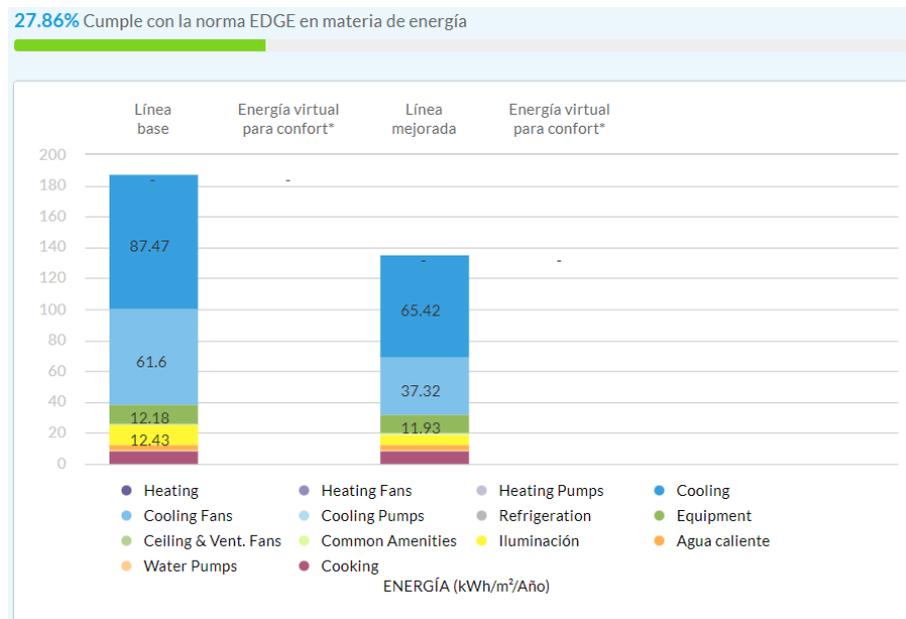


Figura 3.56 Ahorro de energía obtenido para el caso “EDGE Certified”, (Software EDGE, 2021)

3.5.3.2 Criterios de ahorro de agua implementados en el caso “EDGE Certified”

A continuación, se muestra las medidas que fueron propuestas en este documento con respecto a ahorro de agua, para ser implementadas en un proyecto de oficina y alcanzar la certificación EDGE Certified adicionalmente, se detalla las especificaciones técnicas de los equipos y materiales empleados por cada medida de eficiencia.

WEM01: Se incorpora una ducha con descarga de 6L/min.

Tabla 3.42 Ducha eficiente para la medida WEM01 (Rivera & Toapanta, 2021)

Ducha			
	Modelo	Rociador de ducha chorro fijo	Juego mezclador monocomando - Flow E
	Código	H500-6	E108.05/B3E
	Consumo	6 L/min	-
	Funcionamiento	20 – 125 psi	-
	Precio	\$ 20.95	\$ 44.17

WEM02 y WEM03: Se utilizan grifos de cierre automático con una descarga de 0.25 L/ciclo.

Tabla 3.43 Llave automática para lavabo para las medidas WEM02 y WEM03 (Rivera & Toapanta, 2021)

Grifería de bajo consumo de agua		
	Llave Automática Ecomatic II para Lavabo	
	Modelo	Gama Pro - fv
	Código	E372.01CR
	Material	Cobre y zinc
	Consumo	0.25 L/ciclo
	Funcionamiento	20 – 125 psi
	Precio	\$ 54.32

WEM04 y WEM05: Se emplean los mismos inodoros utilizados en el caso “Tradicional” con una descarga de 4.8L/descarga.

Tabla 3.44 Inodoro de descarga simple para las medidas WEM04* y WEM05* (Rivera & Toapanta, 2021)

Inodoro de bajo consumo de agua		
	Inodoro Milán Estándar Simple Descarga	
	Modelo	Gama Hogar
	Código	E116-S
	Consumo	4.8 L/descarga
	Precio	\$ 59.57

WEM07: Se implementan urinarios de pared con descarga de 1.9 L/descarga.

Tabla 3.45 Urinario Quantum para la medida WEM07 (Rivera & Toapanta, 2021)

Urinario de bajo consumo de agua			
	Modelo	Quantum HEU	FV - Ecomatic
	Código	E399	E362.01 CR
	Material	Cerámica sanitaria	-
	Consumo	0.5 L/descarga	-
	Precio	\$65.11	\$ 52.15

WEM08*: Se utiliza grifos de cocina con una descarga de 8.3 L/ciclo.

Tabla 3.46 Grifería tipo monocomando para la medida WEM08* (Rivera & Toapanta, 2021)

Grifería para fregadero de cocina			
	Modelo	Fregadero Un Pozo con Escurreidor de 80 cm	Juego Monocomando para Cocina DALIA E
	Código	BL-834	E511.01/D3E
	Material	Acero inoxidable	Cobre y zinc (latón).
	Consumo	-	8.3 L/min
	Funcionamiento	-	20 – 125 psi
	Precio	\$ 74.93	\$ 115.50

Con las medidas implementadas anteriormente se obtienen un ahorro de agua de 23.80%, superando el ahorro mínimo de 20% establecido por la norma EDGE.

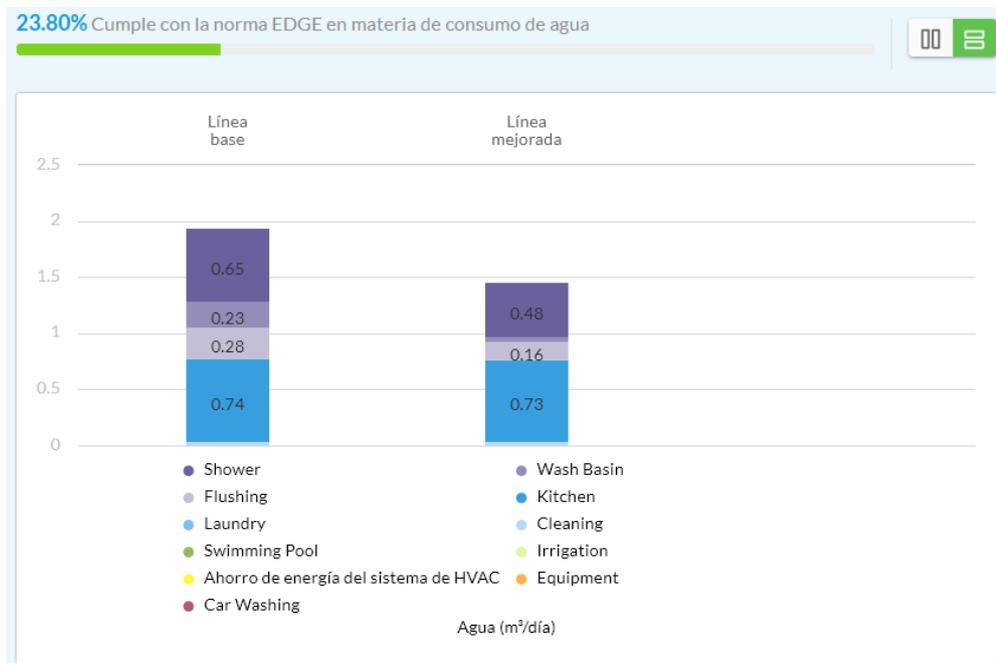


Figura 3.57 Ahorro de agua obtenido para el caso “EDGE Certified”, (Software EDGE, 2021)

3.5.3.3 Criterios de ahorro de energía incorporada en materiales implementados en el caso “EDGE Certified”

Dado que en el modelado del caso “Tradicional”, se obtiene un ahorro de 47.67% con respecto a energía incorporada en materiales (Ver figura 3.55), para el caso “EDGE Certified” no es necesario incorporar medidas de eficiencia adicionales ya que se supera el ahorro mínimo del 20% requerido por el nivel de certificación EDGE Certified.

3.5.4 Modelado del caso “EDGE Advanced” (Escenario C)

En este apartado se busca mejorar las diferentes medidas de eficiencia energética propuestas en la sección anterior, mismas que ha manera de ejemplo se modela en el proyecto proporcionado por la empresa JASSATELECOM, con el objetivo de alcanzar la certificación EDGE Advanced.

3.5.4.1 Criterios de ahorro de energía implementados en el caso “EDGE Advanced”

A continuación, se muestra las medidas mejoradas que fueron propuestas para alcanzar un ahorro de energía del 40% o más y lograr la certificación EDGE Advanced.

EEM02: Se implementa un impermeabilizante acrílico para cubiertas con un SRI de 84, superando al caso base, “Tradicional” y “EDGE Certified”.

Tabla 3.47 SikaFill-5 Maestro para la medida EEM02 (Rivera & Toapanta, 2021)

Techos reflectantes		
	Impermeabilizante Acrílico Elástico para cubiertas	
	Referencia Color	Blanco
	Marca	SikaFill-5 Maestro
	Tamaño	26 kg - 5 galones
	Precio	\$ 140,00

EEM03: Se implementó una pintura reflectante Duraflex Constructor color blanco, con un SRI de 85 para paredes exteriores.

Tabla 3.48 Pintura Duraflex Constructor para la medida EEM03 (Rivera & Toapanta, 2021)

Paredes exteriores reflectantes		
	Pintura Duraflex Constructor	
	Referencia Color	Blanco
	Marca	Wesco
	Código	SKU: W2100-CA
	Tamaño	Caneca
	Precio	\$ 92,11

EEM13*: Se implementa un sistema de refrigeración de flujo variable VRF con un coeficiente de desempeño COP= 4.4.

Tabla 3.49 Sistema de Refrigeración tipo VRF para la medida EEM13* (Rivera & Toapanta, 2021)

Sistema de refrigeración			
	Modelo	Condensador Samsung AM200JXVAFH/AZ	FAN COIL Samsung AM096FNHDCH/AA
	Capacidad	200000 BTU/H	96000 BTU/H
	Alimentación	11,45 KW	
	COP teórico	4.96	
	Energía	73 MCA	
	Refrigerante	R410a	
	Precio	\$ 13.344,2	\$ 3.234,13

EEM22 y EEM23: Se implementan lámparas tipo LED con una eficiencia luminosa de 100 lm/W.

Tabla 3.50 Panel LED de 100lm/W para las medidas EEM22 y EEM23 (Rivera & Toapanta, 2021)

Iluminación		
	Marca	Luckystar
	Modelo	LS7D03-2208-1W
	Potencia	22 W
	Lúmenes	2800 lm
	Eficiencia energética	110 lm/W
	Tensión	AC220-240V
	Vida útil	20000 H
	Precio 1 – 199 unidades	\$ 15,29
	Precio >=200 unidades	\$ 14,12
	Costo de envío	\$ 123,00
	Costo estimado en el mercado nacional	\$ 25,29

Con las medidas mejoradas implementadas anteriormente se obtienen un ahorro de energía de 42.71 %, cumpliendo con la norma EDGE Advanced y obteniendo un ahorro mayor al 40% en energía.

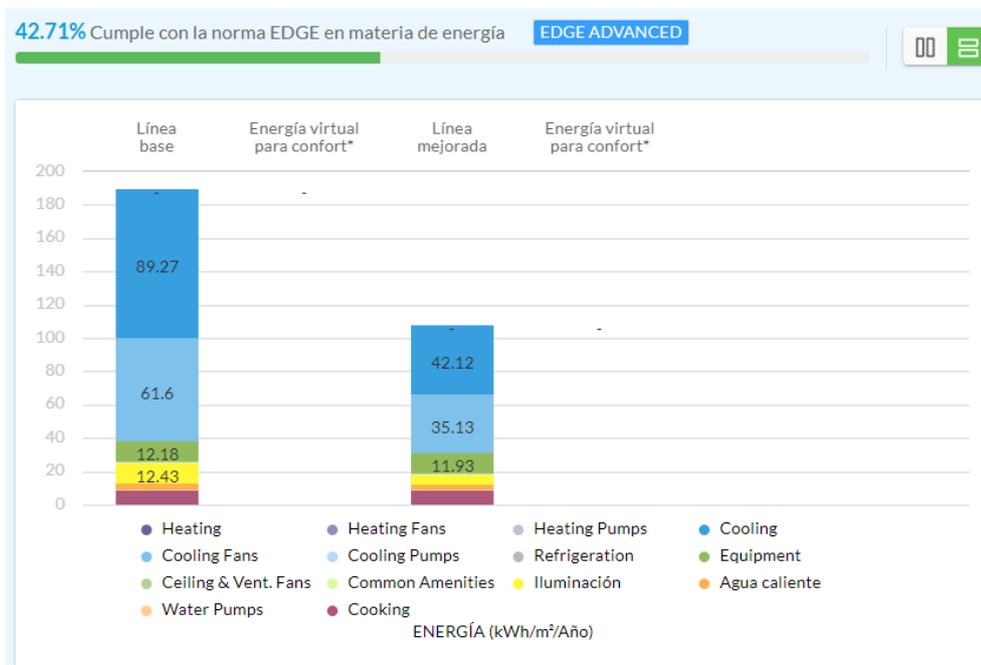


Figura 3.58 Ahorro energético obtenido para el caso “EDGE Advanced”, (Software EDGE, 2021)

3.5.4.2 Criterios de ahorro de agua implementados en el caso “EDGE Advanced”

Dado que con las medidas de eficiencia implementadas en el caso “Tradicional” se logra un ahorro de agua superior al 20% requerido para el nivel de certificación EDGE Advanced, no se requieren medidas adicionales a las implementadas en el caso “EDGE Certified”.

3.5.4.3 Criterios de ahorro de energía incorporada en materiales implementados en el caso “EDGE Advanced”

Al igual que el ahorro de agua, no se requieren medidas adicionales a las implementadas en el caso “Tradicional”.

CAPÍTULO 4

4. EVALUACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

En esta sección se analizan los resultados obtenidos a partir del modelado de los escenarios A, B y C (proyecto “Tradicional”, “EDGE Certified” y “EDGE Advanced”) en el software EDGE. Además, se evalúa el incremento del costo de inversión para alcanzar el nivel de certificación EDGE Certified y EDGE Advanced en comparación con el proyecto “Tradicional”.

Los ahorros obtenidos para el caso “Tradicional” son analizados con respecto al caso base de EDGE, mientras que, para los casos “EDGE Certified” y “EDGE Advanced” son comparados con los resultados obtenidos en el caso “Tradicional”. Los resultados de ahorro obtenidos en el software con respecto al caso base de EDGE, son los siguientes:

Tabla 4.1 Resultados EDGE para los escenarios A, B y C (Rivera & Toapanta, 2021)

Ahorro	Escenario A Caso “Tradicional”	Escenario B Caso “EDGE Certified”	Escenario C Caso “EDGE Advanced”
Ahorro de energía	20.88%	27.86%	42.71%
Ahorro de agua	7.96%	23.80%	23.80%
Ahorro de energía incorporada en materiales	47.67%	47.67%	47.67%

4.1 Análisis energético

Los resultados obtenidos en ahorro de energía son los siguientes:

Tabla 4.2 Resultados de ahorro de energía para los diferentes escenarios modelados (Rivera & Toapanta, 2021)

Resultados EDGE	Escenario A Caso “Tradicional”	Escenario B Caso “EDGE Certified”	Escenario C Caso “EDGE Advanced”
Consumo final de energía	5169 kWh/mes	4707 kWh/mes	3774 kWh/mes
Ahorro de energía	16.36 MWh/año	21.81 MWh/año	33.76 MWh/año
Consumo de energía por unidad de área	149 kWh/m ² /año	136 kWh/m ² /año	109 kWh/m ² /año

A partir de los resultados mostrados en la tabla anterior y tomando en cuenta que el caso base de EDGE tiene un gasto de energía de 189 kWh/m²/año, se puede identificar que el proyecto “Tradicional”, alcanza un consumo de 149 kWh/m²/año, menor que el caso base, por lo tanto, se puede decir que la empresa JASSATELECOM aplica criterios eficientes en sus construcciones. El ahorro de energía alcanzado por el caso “Tradicional” con respecto al caso base es de 20.88%, con lo cual se cumple el ahorro mínimo de energía requerida por EDGE (20%). El ahorro de energía para el caso “Tradicional” es de 40 kWh/m²/año con respecto al caso base de EDGE.

El caso “EDGE Certified” tiene un ahorro de energía de 5544 kWh/año y representa un ahorro del 8.94% con respecto al edificio “Tradicional”. Considerando la superficie total del edificio (416.28 m²), se tiene un ahorro de energía por unidad de superficie construida de 13.32 kWh/m²/año con respecto al caso “Tradicional”.

El caso “EDGE Advanced” tiene un ahorro de energía de 16740 kWh/año con respecto al edificio “Tradicional”, reportando un ahorro del 26.99%. El ahorro de energía por unidad de superficie es de 40.21 kWh/m²/año con relación al caso “Tradicional”.

Según (Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2021), el costo de energía eléctrica en la provincia de Los Ríos (lugar de implantación del caso de estudio) es de 11.38 ¢USD/kWh para el sector comercial, por lo tanto, se tiene las siguientes proyecciones de costos en energía eléctrica para los escenarios analizados:

- Escenario A: caso “Tradicional” \$ 588,23 /mes
- Escenario B: caso “EDGE Certified” \$ 535,66 /mes
- Escenario C: caso “EDGE Advanced” \$ 429,48 /mes

Para el caso “EDGE Certified” se tiene un ahorro de aproximadamente \$ 52,57 mensuales en comparación con el caso “Tradicional”. Considerando la superficie del proyecto, se tiene un ahorro de \$ 1,52/m²/año.

Para el caso “EDGE Advanced” se proyecta un ahorro de \$ 158,75 mensuales con respecto al caso “Tradicional”. El ahorro por unidad de superficie construida es de \$ 4,58/m²/año.

Considerando el costo de energía eléctrica obtenido de (Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2021), se elabora un cuando en donde se estima el ahorro en consumo de energía eléctrica, según las unidades de negocio de CNEL EP. En la sección apéndice C, se muestra la tarifa correspondiente a cada grupo de consumo, sin embargo, para el cálculo del ahorro se considera el precio para el sector comercial. Para conocer la ubicación de cada una de las unidades de negocio mencionadas en la siguiente tabla, se puede recurrir al mapa de Precio Medio de Energía Facturada 2017, que se encuentra en la sección apéndice C.

Para el cálculo que se muestra a continuación se ha considerado el consumo final de energía eléctrica obtenido por EDGE que se muestra en la tabla anterior.

Tabla 4.3 Estimación de ahorro económico en consumo de energía según las unidades de negocio CNEL EP (Rivera & Toapanta, 2021)

Empresa	Distribuidora/Unidad de negocio	Tarifa sector Comercial (\$/kWh)	Ahorro con respecto al caso "Tradicional" (\$/m ² /año)	
			Caso "EDGE Certified"	Caso "EDGE Advanced"
Empresas Eléctricas - EE	Ambato	\$ 0,1045	\$ 1,39	\$ 4,20
	Azogues	\$ 0,1061	\$ 1,41	\$ 4,27
	Centro Sur	\$ 0,1090	\$ 1,45	\$ 4,38
	Cotopaxi	\$ 0,1045	\$ 1,39	\$ 4,20
	Norte	\$ 0,1074	\$ 1,43	\$ 4,32
	Quito	\$ 0,1002	\$ 1,33	\$ 4,03
	Riobamba	\$ 0,1060	\$ 1,41	\$ 4,26
	Sur	\$ 0,1074	\$ 1,43	\$ 4,32
	Galápagos	\$ 0,1089	\$ 1,45	\$ 4,38
Corporación Nacional de Electricidad - CNEL	UN - Bolívar	\$ 0,1067	\$ 1,42	\$ 4,29
	UN - El Oro	\$ 0,1026	\$ 1,37	\$ 4,13
	UN - Esmeraldas	\$ 0,1073	\$ 1,43	\$ 4,31
	UN - Guayaquil	\$ 0,1035	\$ 1,38	\$ 4,16
	UN - Guayas Los Ríos	\$ 0,1083	\$ 1,44	\$ 4,36
	UN - Los Ríos	\$ 0,1138	\$ 1,52	\$ 4,58
	UN - Manabí	\$ 0,1075	\$ 1,43	\$ 4,32
	UN - Milagro	\$ 0,1075	\$ 1,43	\$ 4,32
	UN - Santa Elena	\$ 0,1078	\$ 1,44	\$ 4,33
	UN - Santo Domingo	\$ 0,1061	\$ 1,41	\$ 4,27
	UN - Sucumbíos	\$ 0,1036	\$ 1,38	\$ 4,17
PROMEDIO			\$ 1,42	\$ 4,28

4.2 Análisis de ahorro de agua

En cuanto al ahorro de agua en el edificio de estudio se tienen los siguientes resultados para los diferentes escenarios modelados:

Tabla 4.4 Resultados de ahorro de agua para los diferentes escenarios modelados (Rivera & Toapanta, 2021)

Resultados EDGE	Escenario A Caso "Tradicional"	Escenario B Caso "EDGE Certified"	Escenario C Caso "EDGE Advanced"
Consumo final de agua	55 m ³ /mes	45 m ³ /mes	45 m ³ /mes
Ahorro de agua	56.59 m ³ /año	167.97 m ³ /año	167.97 m ³ /año

Según los resultados mostrados en la tabla anterior, en el caso base de EDGE se tiene un consumo de agua de 59.72 m³/mes y el proyecto "Tradicional" muestra un ahorro de 4.72 m³/mes, esto se debe principalmente a la consideración de inodoros eco-friendly con una descarga de 4.8 L/descarga en el diseño realizado por JASSATELECOM. El ahorro estimado de agua es de 7.96% con lo cual no se alcanza el ahorro mínimo del 20%.

El ahorro de agua estimado por EDGE para el escenario B, es de 10 m³/mes con relación al caso "Tradicional", lo cual representa un 18.18% de ahorro de agua. Considerando el área de construcción del edificio, se tiene un ahorro por unidad de superficie de 0.29 m³/m²/año.

Para alcanzar el nivel de certificación EDGE Advanced no se requiere un ahorro mayor al 20% en agua, por lo tanto, en el caso "EDGE Advanced" no se aplicaron medidas de eficiencia adicionales a las utilizadas para alcanzar la certificación EDGE Certified, por lo tanto, se consiguen los mismos resultados para los dos escenarios (B y C).

Considerando que el costo promedio de agua potable para el sector comercial en Ecuador es de \$ 0.72/m³, el costo estimado para cada escenario es el siguiente:

- Escenario A: caso "Tradicional" \$ 39.6 /mes
- Escenario B: caso "EDGE Certified" \$ 32.4 /mes
- Escenario C: caso "EDGE Advanced" \$ 32.4 /mes

Los escenarios B y C tienen un ahorro de \$ 7.2/mes en relación al caso "Tradicional". El ahorro de agua por unidad de superficie es de \$ 0.21/m²/año.

4.3 Análisis de ahorro de energía incorporada en materiales

Tabla 4.5 Resultados de ahorro de energía incorporada en materiales para los diferentes escenarios modelados (Rivera & Toapanta, 2021)

Resultados EDGE	Escenario A Caso "Tradicional"	Escenario B Caso "EDGE Certified"	Escenario C Caso "EDGE Advanced"
Consumo final de energía incorporada en materiales	1460 MJ/m ²	1460 MJ/m ²	1460 MJ/m ²
Ahorro de energía incorporada en materiales	553.57 GJ	553.57 GJ	553.57 GJ

Según los resultados obtenidos en el software EDGE, se evidencia que, en la construcción "Tradicional" si se aplican criterios de eficiencia, sistemas constructivos de bajo consumo de energía y materiales que requieren poca energía para su construcción, con lo cual, se obtiene un ahorro significativo.

El caso base EDGE tiene un consumo de 2.79 GJ/m², mientras que el caso "Tradicional" tiene un consumo de 1.46 GJ/m², por lo tanto, el ahorro de energía incorporado en materiales es de 1.33 GJ/m² que representa un ahorro del 47.67% con respecto al caso base.

Dado que no se aplicaron medidas de eficiencia en cuanto a ahorro de energía incorporada en los materiales, para los escenarios B y C, se tiene el mismo ahorro que el caso "Tradicional" (47.67%).

4.4 Emisiones de CO2

Tabla 4.6 Resultados de emisiones de CO2 para los diferentes escenarios modelados (Rivera & Toapanta, 2021)

Resultados EDGE	Escenario A Caso "Tradicional"	Escenario B Caso "EDGE Certified"	Escenario C Caso "EDGE Advanced"
Emisión operacional final de CO2	2.07 tCO2/mes	1.92 tCO2/mes	1.54 tCO2/mes
Ahorro de emisiones de CO2 durante el uso del edificio	6.55 tCO2/año	8.28 tCO2/año	13.15 tCO2/año

Se observa que el caso "Tradicional" presenta un ahorro de emisiones de CO2 significativa, esto se debe principalmente a las buenas prácticas de construcción implementadas por JASSATELECOM.

A continuación, se calcula la huella de carbono generada en el sector eléctrico a partir del Factor de emisión de CO₂ del Sistema Nacional Interconectado (SNI) del Ecuador. El SNI determina el factor de emisión de CO₂ basándose en la UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change).

La huella de carbono se determina multiplicando el factor de emisión de CO₂ por el consumo de energía eléctrica anual del proyecto.



Figura 4.1 Evolución de los márgenes del Factor de Emisión de CO₂ (CTFE, 2019)

El factor de emisión de CO₂ considerado para el cálculo de la huella de carbono es el Margen Combinado (CM) que en el gráfico está representado por FE_CM. Se toman los valores referentes al año 2019 (Arévalo & Noroña, 2021). Para calcular las emisiones de CO₂ generadas por el consumo de agua potable, se considera que por cada metro cúbico de agua potable, se generan 8 kg de CO₂ (Rodríguez et al., 2020).

Emisiones de CO₂ para caso “Tradicional”

Emisiones de CO₂ por consumo de energía eléctrica

$$0.2255 \frac{tCO_2}{MWh} * \frac{1 MWh}{1000 kWh} * \frac{5169 kWh}{mes} * \frac{12 mes}{año} = 13.99 \frac{tCO_2}{año}$$

Emisiones de CO₂ por consumo de agua

$$0.008 \frac{tCO_2}{m^3} * \frac{55 m^3}{mes} * \frac{12 mes}{año} = 5.28 \frac{tCO_2}{año}$$

Se estima una emisión total de 19.27 tCO₂/año para el caso “Tradicional”, valor que se aproxima a 24.84 tCO₂/año obtenido en el software EDGE. Considerando la superficie del proyecto se tiene 46.29 kgCO₂/m²/año de emisiones.

Emisiones de CO₂ para caso “EDGE Certified”

Emisiones de CO₂ por consumo de energía eléctrica

$$0.2255 \frac{tCO_2}{MWh} * \frac{1 MWh}{1000 kWh} * \frac{4707 kWh}{mes} * \frac{12 mes}{año} = 12.74 \frac{tCO_2}{año}$$

Emisiones de CO2 por consumo de agua

$$0.008 \frac{tCO_2}{m^3} * \frac{45 m^3}{mes} * \frac{12 mes}{año} = 4.32 \frac{tCO_2}{año}$$

Se estima una emisión total de 17.06 tCO2/año para el caso “EDGE Certified”. Según EDGE, las emisiones de CO2 al ambiente son de 23.04 tCO2/año. Las emisiones de CO2 por unidad de superficie construida es de 40.98 kgCO2/m²/año.

Emisiones de CO2 para caso “EDGE Advanced”

Emisiones de CO2 por consumo de energía eléctrica

$$0.2255 \frac{tCO_2}{MWh} * \frac{1 MWh}{1000 kWh} * \frac{3774 kWh}{mes} * \frac{12 mes}{año} = 10.21 \frac{tCO_2}{año}$$

Emisiones de CO2 por consumo de agua

$$0.008 \frac{tCO_2}{m^3} * \frac{45 m^3}{mes} * \frac{12 mes}{año} = 4.32 \frac{tCO_2}{año}$$

Se estima una emisión total de 14.53 tCO2/año para el caso “EDGE Advanced”, valor que se aproxima a 18.48 tCO2/año obtenido en el software EDGE. Las emisiones de CO2 por unidad de superficie construida son 34.9 kgCO2/m²/año.

El ahorro en emisiones de CO2, de acuerdo a los cálculos realizados para los casos “EDGE Certified” y “EDGE Advanced” con relación al caso “Tradicional” es:

- Ahorro para caso “EDGE Certified” 5.31 kgCO2/m²/año (11.47%)
- Ahorro para caso “EDGE Advanced” 11.39 kgCO2/m²/año (24.61%)

Según los resultados EDGE, el ahorro en emisiones de CO2 para los escenarios B y C en comparación al caso “Tradicional” es:

- Ahorro para caso “EDGE Certified” 4.32 kgCO2/m²/año (7.24%)
- Ahorro para caso “EDGE Advanced” 15.28 kgCO2/m²/año (25.61%)

Se observa que los resultados obtenidos a partir de los cálculos realizados no difieren significativamente de los resultados obtenidos por EDGE, sin embargo, se consideran los ahorros menores obtenidos de entre los dos resultados analizados. El ahorro estimado para las emisiones de CO2 entre el caso “EDGE Certified” y el caso “Tradicional” de del 7.24% que representa un ahorro de 4.32 kgCO2/m²/año.

El ahorro estimado para las emisiones de CO2 entre el caso “EDGE Advanced” y el caso “Tradicional” de del 24.61% que representa un ahorro de 11.39 kgCO2/m²/año.

4.5 Análisis económico

La implementación de medidas de eficiencia para el ahorro de energía, agua y energía incorporada en materiales, requiere de una inversión significativa por parte del propietario de un proyecto.

En esta sección se analizan los diferentes escenarios modelados y estudiados en este documento, desde un punto de vista económico, con la finalidad de identificar cual es el incremento del costo de inversión para los escenarios B y C, con respecto a la inversión estimada para el escenario A (Caso “Tradicional”).

4.5.1 Presupuesto referencial para caso “Tradicional”

De acuerdo a los datos proporcionados por la empresa JASSATELECOM, el presupuesto referencial para el caso “Tradicional” por fases con su correspondiente porcentaje de inversión en relación al costo total de la obra, es el siguiente:

**Tabla 4.7 Resumen de presupuesto referencial para caso “Tradicional”
(JASSATELECOM, 2021)**

Fases del proyecto	Precio	Porcentaje
1. Movimiento de tierras	\$ 9.563,08	2,92%
2. Estructura	\$ 157.828,74	48,21%
3. Albañilería	\$ 38.599,11	11,79%
4. Recubrimientos	\$ 17.158,32	5,24%
5. Carpintería metálica/vidrios	\$ 22.552,26	6,89%
6. Carpintería en madera	\$ 13.129,24	4,01%
7. Cielo Raso	\$ 4.195,20	1,28%
8. Instalaciones hidrosanitarias	\$ 5.721,04	1,75%
9. Instalaciones cableado estructurado	\$ 4.050,36	1,24%
10. Instalaciones eléctricas	\$ 8.045,62	2,46%
11. Sistema de control de acceso	\$ 2.026,26	0,62%
12. Sistema de letreros de salida y lámparas de emergencia	\$ 1.884,48	0,58%
13. Sistema de circuito cerrado de TV	\$ 6.146,27	1,88%
14. Sistema antiincendios - electrónica	\$ 5.682,45	1,74%
15. Sistema de seguridad	\$ 8.290,30	2,53%
16. Sistema de aire acondicionado	\$ 15.308,04	4,68%
17. Sistema contra incendios	\$ 2.249,01	0,69%
18. Obras complementarias	\$ 4.965,38	1,52%
TOTAL	\$ 327.395,16	100,00%

El presupuesto de la obra para el caso “Tradicional” es de \$ 327.395,16 de los cuales, el 48.21% está destinado para la fase de estructura, constituyéndose la fase de mayor costo en la ejecución del proyecto.

4.5.2 Incremento de inversión para caso “EDGE Certified”

4.5.2.1 Rubros por medidas de eficiencia implementados

Para alcanzar el nivel de certificación EDGE Certified, se han implementado medidas de eficiencia energética (EEM03, EEM22, EEM23, EEM24 y EEM32) y de ahorro de agua (WEM01, WEM02, WEM03, WEM07 y WEM08). A continuación, se muestran una descripción de los rubros nuevos y actualizados por cada medida de eficiencia.

EEM03 Paredes exteriores reflectantes

Se reemplaza el Rubro 4.05 Pintura de caucho interior y exterior látex vinilo acrílico por una pintura acrílica de colores claros.

- **Rubro 4.05 Pintura Viniltex Satinado**

Descripción: Este rubro hace referencia al recubrimiento de mampostería interior y exterior con pintura. Se considera la aplicación de una capa de pintura imprimante de color blanco para mejorar la adherencia del acabado. Se colocarán dos manos de acabado de pintura Viniltex tipo Látex satín bajo olor. El imprimante será colocado 28 días después de secado el enlucido y la segunda mano de acabado será colocada después de un lapso mínimo de 2 horas entre la primera y segunda mano. El espesor de la capa de pintura imprimante debe ser tal que, se alcance un rendimiento de 20 m²/galón. La pintura Viniltex satinado debe completar un rendimiento de 25 m²/galón considerando las dos capas.

Procedimiento: Se prepara la superficie a ser pintada, de tal manera que no haya impurezas, polvo, grasa, agua ni pintura deteriorada. Preparar la pintura de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante, tomar en cuenta las cantidades de dilución. Antes de la aplicación del producto, revisar que el equipo de aplicación está limpio y en buenas condiciones. El procedimiento se lo llevará a cabo de forma manual.

Unidad: m²

Equipo mínimo: andamios, herramientas menores, lija

Mano de obra: pintor

Medición y forma de pago: la pintura será medida con fines de pago en m², considerando el análisis de precios unitarios.

EEM22 y EEM23 Iluminación eficiente para interiores y exteriores

Se reemplazan las lámparas usadas en el caso “Tradicional” (Ledvance Slim Plafón 75lm/W) por lámparas GENERAL LIGHTING Led 31495-4 de 80lm/W.

Dado que en el presupuesto del proyecto “Tradicional”, la iluminación se incluye dentro del rubro 10.01 que corresponde a instalación de tablero eléctrico, breakers e iluminación; lo que se hace es restar del rubro mencionado el costo de instalación de luminarias Ledvance Slim Plafón y se crea un nuevo rubro para la instalación de lámparas GENERAL LIGHTING.

- **Rubro 10.13 Luminarias GENERAL LIGHTING Led 31495-4 de 80 lm/W.**

Descripción: Este rubro hace referencia netamente al suministro de luminarias led tipo ojo de buey sobrepuesto. Solo se considera el costo del material.

Procedimiento: No incluye instalación

Unidad: unidad (u)

Equipo mínimo: no aplica

Mano de obra: no aplica

Medición y forma de pago: el suministro de luminarias tipo ojo de buey, será medida por unidad (u), tomando en cuenta el análisis de precios unitarios.

EEM24 Controles de iluminación

Se añade un nuevo rubro, correspondiente a sensores de movimiento y luz natural. Se instalarán un total de 9 sensores, calculados a partir de criterios arquitectónicos. Este rubro estará dentro de la fase de Instalaciones eléctricas.

- **Rubro 10.14 Sensor de movimiento y luz natural SYLVANIA - P23585**

Descripción: Este rubro hace referencia al suministro e instalación de sensores de movimiento y luz natural.

Procedimiento: Se colocan los sensores de movimiento y luz natural en los puntos de instalación de acuerdo con los planos eléctricos. En la instalación se requiere de empalmes de conexión eléctrica y se realiza el empotrado de los sensores con tornillos de sujeción. Se utilizará conectores EMT 1/2 pulgada y tubo Conduit para tendido de cable.

Unidad: unidad (u)

Equipo mínimo: escalera, alicate, destornillador plano, destornillador de estrella, pinza amperimétrica, multímetro, navaja para cables para electricista.

Mano de obra: Electricista, ayudante de electricista

Medición y forma de pago: la instalación de sensores de movimiento y luz natural, será medida por unidad (u), tomando en cuenta el análisis de precios unitarios. Se verificará la instalación con los planos eléctricos.

EEM32 Control de factor de potencia

Se añade un nuevo rubro, correspondiente a suministro e instalación de correctores de factor de potencia. Este rubro estará dentro de la fase de Instalaciones eléctricas.

- **Rubro 10.15 Control de factor de potencia CHINT JKF8-6**

Descripción: Este rubro hace referencia al suministro e instalación de sensores de control de factor de potencia. El equipo permite controlar la tensión y evita una sobrecarga en los equipos. Verificar que el punto de instalación del equipo tenga temperatura ambiente con una temperatura inferior a los 40°C y una humedad relativa menor o igual a 50%.

Procedimiento: La instalación del equipo deberá ser realizada por equipo técnico capacitado. Se instala el control de factor de potencia en el punto requerido según los planos eléctricos, realizando empalmes de conexión eléctrica. Además, se debe acondicionar el espacio destinado para este equipo y si es necesario, colocar sistemas de sujeción por medio de pernos.

Unidad: unidad (u)

Equipo mínimo: alicate, destornillador plano, destornillador de estrella, pinza amperimétrica, multímetro, navaja para cables para electricista, llave de pico.

Mano de obra: Electricista, ayudante de electricista

Medición y forma de pago: la instalación de Control de factor de potencia, será medida por unidad (u), tomando en cuenta el análisis de precios unitarios. Se verificará la instalación de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante y planos eléctricos.

WEM01 Duchas de uso eficiente de agua

Se reemplaza el rubro 8.25 correspondiente a “ducha eléctrica” por una ducha de uso eficiente de agua. Este rubro estará dentro de la fase de Instalaciones hidrosanitarias.

- **Rubro 8.25 Ducha EcoVand Turbo Saver Air**

Descripción: Este rubro hace referencia al suministro e instalación de ducha de uso eficiente de agua que incluye accesorios. La instalación se realizará de acuerdo a planos de diseño arquitectónicos e hidrosanitarios. Se considera tubería de 1/2 pulgada para la instalación.

Procedimiento: Como primer paso se debe revisar los planos hidrosanitarios, luego se debe medir los puntos en donde se requieren las llaves, la distancia entre los puntos de agua fría y agua caliente debe ser al menos 20 cm. La ducha deberá ser pegada de manera adecuada a la tubería de agua, de tal manera que no haya fugas.

Unidad: unidad (u)

Equipo mínimo: llave de tubo, teflón, limpiador, equipo de termofusión, accesorios de instalación.

Mano de obra: maestro plomero, ayudante de plomero, maestro de obra

Medición y forma de pago: la instalación de ducha de uso eficiente de agua, será medida por unidad (u), tomando en cuenta el análisis de precios unitarios. Se verificará la instalación de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante. El pago se efectuará por precios unitarios.

WEM02 y WEM03 Grifos de bajo consumo de agua para baños privados y públicos

Se actualiza el rubro 8.24 correspondiente a “Juego de grifería 4 pulgadas” para lavamanos por grifos de cierre automático de bajo consumo de agua. Este rubro estará dentro de la fase de Instalaciones hidrosanitarias.

- **Rubro 8.24 Instalación de llave automática de Ecomatic II para lavabo gama Pro-Fv**

Descripción: Este rubro hace referencia al suministro e instalación de grifería eficiente de bajo consumo de agua. La instalación se realizará de acuerdo a planos de diseño arquitectónicos e hidrosanitarios.

Procedimiento: Como primer paso se debe revisar los planos hidrosanitarios. Los grifos deberán ser pegada de manera adecuada a la tubería de agua, de tal manera que no haya fugas. Se instalará también el lavabo y la rejilla y desagüe correspondiente.

Unidad: unidad (u)

Equipo mínimo: llave de tubo, teflón, limpiador, equipo de termofusión, accesorios de instalación.

Mano de obra: maestro plomero, ayudante de maestro, maestro de obra

Medición y forma de pago: la instalación de grifos de bajo consumo y cierre automático, será medida por unidad (u), tomando en cuenta el análisis de precios unitarios. Se verificará la instalación de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante. El pago se efectuará por precios unitarios de acuerdo a lo establecido en el contrato.

WEM07 Urinarios de bajo consumo de agua

En el presupuesto del proyecto “Tradicional” no se incluye urinarios, por lo tanto, se ha creado este nuevo rubro en la fase de instalaciones hidrosanitarias.

- **Rubro 8.26 Instalación de urinarios de bajo consumo de agua**

Descripción: Este rubro hace referencia al suministro e instalación de urinarios de bajo consumo de agua. La instalación se realizará de acuerdo a planos de diseño arquitectónicos e hidrosanitarios.

Procedimiento: Como primer paso se debe revisar los planos hidrosanitarios, luego colocar los aparatos sanitarios de tal manera que no haya fugas de agua. Los urinarios a ser instalados irán empotrados en la pared. En la instalación no se debe usar teflón, los equipos vienen con empaques sellantes, suficientes para controlar la presión de agua. Para la limpieza del equipo utilizar detergente doméstico. Revisar las dimensiones requeridas para la acometida de agua, revisar ficha técnica de instalación.

Unidad: unidad (u)

Equipo mínimo: llave de tubo, teflón, limpiador, equipo de termofusión, accesorios de instalación.

Mano de obra: maestro plomero, ayudante de maestro, maestro de obra.

Medición y forma de pago: la instalación de urinarios de bajo consumo, será medida por unidad (u), tomando en cuenta el análisis de precios unitarios. Para obtener la garantía del producto, se verificará la instalación de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante y no se permitirán fugas de agua en el sistema. El pago se efectuará por precios unitarios de acuerdo a lo establecido en el contrato.

WEM08* Grifos de bajo consumo de agua para fregaderos de cocina

Por esta medida de eficiencia se reemplaza el rubro 8.22 correspondiente a “Lavaplatos 1 pozo grifería tipo cuello de ganso por grifos de bajo consumo de agua para fregaderos”. Este rubro estará dentro de la fase de Instalaciones hidrosanitarias.

- **Rubro 8.22 Instalación de grifería para fregadero de cocina Shelby Base**

Descripción: Este rubro hace referencia al suministro e instalación de grifería de bajo consumo de agua tipo cuello de ganso y lavaplatos de un pozo. La instalación se realizará de acuerdo a planos de diseño arquitectónicos e hidrosanitarios.

Procedimiento: revisar los planos hidrosanitarios, se preverá la instalación del equipo de tal manera que no existan fugas de agua en el sistema. Todas las conexiones realizadas deberán estar selladas con teflón y colocar

silicón en donde se requiera. Realizar la instalación haciendo caso omiso a las instrucciones de la ficha técnica Fv.

Unidad: unidad (u)

Equipo mínimo: llave de tubo, teflón, limpiador, equipo de termofusión, accesorios de instalación.

Mano de obra: maestro plomero, ayudante de maestro, maestro de obra.

Medición y forma de pago: la instalación de grifería para fregadero de cocina, será medida por unidad (u), tomando en cuenta el análisis de precios unitarios. Se verificará la instalación de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante y no se permitirán fugas de agua en el sistema.

4.5.2.2 Análisis de costos unitarios

Para realizar el análisis de precios unitarios se ha tomado como referencia los valores propuestos en el sitio web <https://www.insucons.com/ec/> en donde se muestran valores referenciales y actualizados de rubros en la construcción nacional. La Contraloría General del Estado es el organismo del cual se ha tomado los valores salariales para la ejecución del análisis de costos unitarios.

En el Apéndice D se muestra el análisis de precios unitarios (APUS) para los rubros implementados y actualizados por la aplicación de medidas de eficiencia, para lograr la certificación EDGE Certified.

En esta sección se muestra un resumen del análisis de costos unitarios que será utilizado para determinar el incremento del presupuesto en la ejecución de un proyecto, con miras a obtener la certificación EDGE Certified.

EEM03 Paredes exteriores reflectantes

A continuación, se calcula el incremento del costo de inversión considerando la implementación de pintura acrílica de color claro.

Tabla 4.8 Cálculo de incremento de inversión para medida EEM03 implementada en caso “EDGE Certified” (Rivera & Toapanta, 2021)

Rubro	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
4.05	Pintura de caucho interior y exterior látex vinilo acrílico.	563.72	m ²	\$ 2,52	\$ 1.420,57
4.05 (Nuevo)	Pintura Viniltex Satinado	563.72	m ²	\$ 4,26	\$ 2.401,45
Incremento de inversión					\$ 980,88

EEM22 y EEM23 Iluminación eficiente para interiores y exteriores

Dado que en este caso se tiene un rubro que incluye iluminación, tableros eléctricos y breakers, para calcular el incremento del costo de inversión, se restará del rubro mencionado la cantidad que se invierte en Luminarias Ledvance Slim Plafon 75lm/W y se aumentará el rubro de instalación Luminarias GENERAL LIGHTING Led 31495-4 (80lm/W).

Tabla 4.9 Cálculo de incremento de inversión para medidas EEM22 y EEM23 implementadas en caso “EDGE Certified” (Rivera & Toapanta, 2021)

Rubro	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
10.01	Costo de luminarias Ledvance Slim Plafon 75lm/W	25	unidad	\$ 16.20	\$ 405,00
10.13	Luminarias GENERAL LIGHTING Led 31495-4 (80lm/W).	25	unidad	\$ 18.00	\$ 450,00
Incremento de inversión					\$ 45,00

Para obtener el costo unitario de materiales se ha incluido gastos generales (6%), Utilidad (4%) y otros indirectos (10%), ver APU en Apéndice D.

EEM24 Controles de iluminación

Este rubro es nuevo, por lo tanto, el incremento de inversión es:

Tabla 4.10 Cálculo de incremento de inversión para medidas EEM24 implementada en caso “EDGE Certified” (Rivera & Toapanta, 2021)

Rubro	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
10.14	Sensor de movimiento y luz natural SYLVANIA - P23585	9	unidad	\$ 29,59	\$ 266,31
Incremento de inversión					\$ 266,31

EEM32 Control de factor de potencia

Se calcula el incremento de inversión de acuerdo al análisis de precios unitarios.

Tabla 4.11 Cálculo de incremento de inversión para medidas EEM32 implementada en caso “EDGE Certified” (Rivera & Toapanta, 2021)

Rubro	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
10.15	Corrector de factor de potencia CHINT JKF8-6	1	unidad	\$ 241,72	\$ 241,72
Incremento de inversión					\$ 241,72

WEM01 Duchas de uso eficiente de agua

Se compara el precio con relación a la ducha eléctrica instalada en el proyecto “Tradicional”.

Tabla 4.12 Cálculo de incremento de inversión para medidas WEM01 implementada en caso “EDGE Certified” (Rivera & Toapanta, 2021)

Rubro	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
8.25	Ducha eléctrica	1	unidad	\$ 54,00	\$ 54,00
8.25 (Nuevo)	Ducha EcoVand Turbo Saver Air	1	unidad	\$ 97,76	\$ 97,76
Incremento de inversión					\$ 43,76

WEM02 y WEM03 Grifos de bajo consumo de agua para baños privados y públicos

Tabla 4.13 Cálculo de incremento de inversión para medidas WEM02 y WEM03 implementadas en caso “EDGE Certified” (Rivera & Toapanta, 2021)

Rubro	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
8.24	Juego de grifería 4" para lavamanos	4	unidad	\$ 32,04	\$ 128,16
8.24 (Nuevo)	Instalación de llave automática de Ecomatic II para lavabo.	4	unidad	\$ 127,85	\$ 511,40
Incremento de inversión					\$ 383,24

WEM07 Urinarios de bajo consumo de agua

Tabla 4.14 Cálculo de incremento de inversión para medida WEM07 implementada en caso “EDGE Certified” (Rivera & Toapanta, 2021)

Rubro	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
8.26	Instalación de urinarios de bajo consumo de agua	4	unidad	\$ 151,51	\$ 606,04
Incremento de inversión					\$ 606,04

WEM08* Grifos de bajo consumo de agua para fregaderos de cocina

Tabla 4.15 Cálculo de incremento de inversión para medida WEM08* implementada en caso “EDGE Certified” (Rivera & Toapanta, 2021)

Rubro	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
8.22	Lavaplatos 1 pozo grifería tipo cuello de ganso	1	unidad	\$ 199,47	\$ 199,47
8.22 (Nuevo)	Instalación de grifería para fregadero de cocina Shelby Base	1	unidad	\$ 261,83	\$ 261,83
Incremento de inversión					\$ 62,36

Costos de Certificación EDGE

Se consideran todos los costos de inversión adicionales que se debe realizar para alcanzar la Certificación EDGE, estos costos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.16 Cálculo del costo de certificación EDGE (Rivera & Toapanta, 2021)

Rubro	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
19.01	Costo de registro del proyecto	1	unidad	\$ 300,00	\$ 300,00
19.02	Tarifa de certificación	1	unidad	\$ 2.250,00	\$ 2.250,00
19.03	Costos de servicio del Experto EDGE	1	unidad	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
19.04	Auditoría de diseño	1	unidad	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
19.05	Auditoría final	1	unidad	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
Incremento de inversión					\$ 13.550,00

El costo del Experto EDGE está sujeto a modificaciones, según investigación realizada en proyectos certificados, el costo del Experto varía entre \$ 2.000,00 y \$ 3.000,00 dependiendo del acuerdo que se llegue entre las partes.

Según (Arévalo & Noroña, 2021), el costo para la auditoría de diseño y auditoría final de un proyecto en Ecuador es de \$ 4.000,00 c/u, valor estimado como honorario para el Auditor EDGE. Estos costos estarán sujetos a una negociación entre el propietario y Auditor.

4.5.2.3 Presupuesto para caso “EDGE Certified”

De acuerdo con el análisis de precios unitarios realizado para cada una de las medidas de eficiencia implementadas para alcanzar la certificación EDGE Certified, se tienen los siguientes valores por fase de construcción:

**Tabla 4.17 Resumen de presupuesto referencial para caso “EDGE Certified”
(Rivera & Toapanta, 2021)**

Fases del proyecto	Precio	Porcentaje
1. Movimiento de tierras	\$ 9.563,08	2,78%
2. Estructura	\$ 157.828,74	45,94%
3. Albañilería	\$ 38.599,11	11,23%
4. Recubrimientos	\$ 18.139,19	5,28%
5. Carpintería metálica/vidrios	\$ 22.552,26	6,56%
6. Carpintería en madera	\$ 13.129,24	3,82%
7. Cielo Raso	\$ 4.195,20	1,22%
8. Instalaciones hidrosanitarias	\$ 6.816,44	1,98%
9. Instalaciones cableado estructurado	\$ 4.050,36	1,18%
10. Instalaciones eléctricas	\$ 8.598,65	2,50%
11. Sistema de control de acceso	\$ 2.026,26	0,59%
12. Sistema de letreros de salida y lámparas de emergencia	\$ 1.884,48	0,55%
13. Sistema de circuito cerrado de TV	\$ 6.146,27	1,79%
14. Sistema antiincendios - electrónica	\$ 5.682,45	1,65%
15. Sistema de seguridad	\$ 8.290,30	2,41%
16. Sistema de aire acondicionado	\$ 15.308,04	4,46%
17. Sistema contra incendios	\$ 2.249,01	0,65%
18. Obras complementarias	\$ 4.965,38	1,45%
19. Costo de Certificación EDGE	\$ 13.550,00	3,94%
TOTAL	\$ 343.574,46	100%

Con relación al presupuesto referencial para el caso “Tradicional” mostrado en la tabla 4.7, se estima el incremento del costo de inversión para el caso “EDGE Certified”, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.18 Incremento de inversión para alcanzar el nivel de certificación EDGE Certified (Rivera & Toapanta, 2021)

Inversión	Precio	Porcentaje
Costo de inversión para caso "Tradicional"	\$ 327.395,16	100,00%
Costo de implementación de medidas de eficiencia EDGE	\$ 2.629,30	0,80%
Costo de certificación EDGE	\$ 13.550,00	4,14%
Costo de inversión para caso "EDGE Certified"	\$ 343.574,46	104,94%
Incremento de inversión caso "EDGE Certified"	\$ 16.179,30	4,94%

El incremento en el costo de inversión para el caso "EDGE Certified" se debe a la implementación de medidas de eficiencia EDGE y al costo de certificación EDGE. De acuerdo al análisis de precios unitarios, el costo de implementación de medidas EDGE es de \$ 2.629,30 lo cual representa un incremento de inversión del 0.8% con respecto al caso "Tradicional". El costo de certificación EDGE es de \$ 13.550,00 representando un 4.14% de incremento en la inversión.

En total se estima que el costo de inversión adicional sea de \$ 16.179,30, valor que representa un 4.94% de incremento en la inversión en relación al caso "Tradicional". El costo adicional para alcanzar la certificación EDGE Certified por unidad de superficie construida es de \$ 38,87/m².

Es notable que el incremento de inversión para alcanzar la certificación EDGE, se debe principalmente al costo de la certificación, más no al costo de implementación de medidas de eficiencia. El costo de certificación representa un 83.75% de la inversión estimada para alcanzar la certificación (\$ 16.179,30); mientras que, el costo de medidas EDGE representan apenas el 16.25%.

El costo por superficie construida y certificada se estima en \$ 825,34 /m².

4.5.3 Incremento de inversión para caso "EDGE Advanced"

4.5.3.1 Rubros por medidas de eficiencia implementadas

Para obtener un ahorro de energía superior al 40% se han empleado las siguientes medidas de eficiencia: EEM02, EEM03, EEM13, EEM22 y EEM23.

Las medidas de eficiencia energética EEM24 y EEM32 utilizadas para lograr la certificación EDGE Certified, también son utilizadas para lograr EDGE Advanced, es decir no se han aplicado modificaciones a estas medidas, por lo cual el costo de implementación no varía.

Se han mantenido las medidas de eficiencia de ahorro de agua implementadas en el caso “EDGE Certified” para lograr el 20% de ahorro exigido por la norma EDGE.

A continuación, se muestra una descripción de los rubros nuevos y actualizados por cada medida de eficiencia utilizada.

EEM02 Techo reflectante

Se reemplaza el Rubro 4.03 “Impermeabilizante con lámina asfáltica” por un Impermeabilizante Acrílico Elástico para cubiertas, techos y terrazas color blanco.

- **Rubro 4.03 Impermeabilizante Acrílico Elástico para cubiertas, techos y terrazas color blanco**

Descripción: Este rubro hace referencia a la impermeabilización de techo y terrazas con impermeabilizante acrílico elástico color blanco. No se considera la aplicación de una capa de pintura imprimante de color blanco. Se colocarán dos manos del producto SikaFill-5 Maestro color blanco, con espesor de capa que genere un rendimiento de 25 m²/caneca (La primera capa se considera como imprimante). El producto SikaFill-5 Maestro será colocado 28 días después de secado el enlucido y la segunda mano de acabado será colocada después de un lapso mínimo de 2 horas entre la primera y segunda mano.

Procedimiento: Se prepara la superficie a ser pintada, de tal manera que no haya impurezas, polvo, grasa, agua o pintura deteriorada. Mezclar la pintura hasta alcanzar un estado homogéneo a la vista. Colocar la primera capa imprimante realizando una mezcla de 3:1, es decir 3 partes de volumen de SikaFill-5 Maestro y 1 parte de agua, procurando cubrir todas las imperfecciones y grietas de la superficie. Para la capa de acabado no diluir el producto con agua y colocar en la superficie hasta lograr el espesor de capa deseado. El procedimiento se lo llevará a cabo de forma manual con rodillo de felpa.

Unidad: m²

Equipo mínimo: herramientas menores, lija

Mano de obra: pintor, ayudante de pintor, maestro de obra.

Medición y forma de pago: el impermeabilizante acrílico elástico será medida con fines de pago en m², considerando el análisis de precios unitarios.

EEM03 Paredes exteriores reflectantes

Se reemplaza el Rubro 4.05 “Pintura Viniltex Satinado” usado para el escenario B, por una pintura Duraflex Constructor Wesco color blanco.

- **Rubro 4.05 Pintura Duraflex Constructor Wesco color blanco.**

Descripción: Este rubro hace referencia al recubrimiento de mampostería interior y exterior con pintura Duraflex Constructor Wesco de color blanco. Se considera la aplicación de una capa de pintura imprimante de color blanco para mejorar la adherencia del acabado. Se colocarán dos manos de acabado de pintura Duraflex Constructor Wesco color blanco. El imprimante será colocado 28 días después de secado el enlucido y la segunda mano de acabado será colocada después de un lapso mínimo de 2 horas entre la primera y segunda mano. El espesor de la capa de pintura imprimante debe ser tal que se alcance un rendimiento de 20 m²/galón. La pintura Duraflex constructor debe completar un rendimiento de 50 m²/caneca, considerando las dos capas de pintura.

Procedimiento: Se prepara la superficie a ser pintada, de tal manera que no haya impurezas, polvo, grasa, agua y pintura deteriorada. Preparar la pintura de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante. Antes de la aplicación del producto, revisar que el equipo de aplicación está limpio y en buenas condiciones. El procedimiento se lo llevará a cabo de forma manual.

Unidad: m²

Equipo mínimo: andamios, herramientas menores, lija

Mano de obra: pintor

Medición y forma de pago: la pintura será medida con fines de pago en m², considerando el análisis de precios unitarios.

EEM22 y EEM23 Iluminación eficiente para interiores y exteriores

Se reemplazan las lámparas usadas en el caso “EDGE Certified” (Luminarias GENERAL LIGHTING Led 31495-4 (80lm/W) por panel de luz led LUCKYSTAR de 100lm/W.

- **Rubro 10.13 Panel de luz led LUCKYSTAR de 100lm/W.**

Descripción: Este rubro hace referencia netamente al suministro de luminarias led tipo panel de luz led LUCKYSTAR. Solo se considera el costo del equipo.

Procedimiento: No se incluye instalación.

Unidad: unidad (u)

Equipo mínimo: No aplica

Mano de obra: No aplica

Medición y forma de pago: la instalación de panel de luz led, será medida por unidad (u), tomando en cuenta el análisis de precios unitarios. Dado que el equipo es de importación, se ha considerado dicho costo en el análisis de precios unitarios.

EEM13 Eficiencia del sistema de refrigeración

Para alcanzar un ahorro significativo de energía se añaden dos nuevos rubros, correspondientes a un Sistema de Refrigeración variable VRF, más eficiente que el sistema de Manejadoras Innovair, utilizado en la construcción “Tradicional”. Se implementa un Condensador SAMSUNG VRF 56kW que reemplaza al rubro 16.01 “Innovair dxc60c2an1-manejadora 60000 btu efc-13 r-410”. El rubro 16.02 “manejadora 36000 btu dxc36c2an1-r40” se cambia por Evaporador FAN COIL SAMSUNG VRF.

Se ha mantenido los accesorios requeridos en el sistema tradicional, sin embargo, si se requiere de un cálculo más exacto, se deberá consultar con el equipo técnico encargado del suministro e instalación de equipos de aire acondicionado.

Los costos referenciales para los equipos utilizados en el sistema VRF han sido obtenidos de la empresa SOPORTEC. Ver proforma en Apéndice F.

- **Rubro 16.01 Condensador SAMSUNG VRF 56kW**

Descripción: Este rubro hace referencia únicamente al suministro del Condensador SAMSUNG VRF 56kW. Este equipo debe ser instalado con personal técnico especializado.

Procedimiento: No se incluye instalación del equipo.

Unidad: unidad (u)

Equipo mínimo: No aplica.

Mano de obra: No aplica.

Medición y forma de pago: el suministro del Condensador SAMSUNG VRF 56kW, será medido por unidad (u), tomando en cuenta el análisis de precios unitarios.

- **Rubro 16.02 Evaporador FAN COIL SAMSUNG VRF.**

Descripción: Este rubro hace referencia únicamente al suministro del Evaporador FAN COIL SAMSUNG VRF. Estos equipos deben ser instalados con personal técnico especializado.

Procedimiento: No se incluye instalación del equipo.

Unidad: unidad (u)

Equipo mínimo: No aplica.

Mano de obra: No aplica.

Medición y forma de pago: el suministro del Evaporador FAN COIL SAMSUNG VRF, será medido por unidad (u), tomando en cuenta el análisis de precios unitarios.

4.5.3.2 Análisis de costos unitarios

En el Apéndice E se muestra el análisis de precios unitarios (APUS) para los rubros implementados y actualizados para lograr la certificación EDGE Advanced.

En esta sección se muestra un resumen del análisis de costos unitarios, que será utilizado para determinar el incremento del presupuesto en la ejecución de un proyecto con miras a obtener la certificación EDGE Advanced, con relación al proyecto “Tradicional”.

EEM02 Techo reflectante

Tabla 4.19 Cálculo de incremento de inversión para medida EEM02 implementada en caso “EDGE Advanced” (Rivera & Toapanta, 2021)

Rubro	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
4.03	Impermeabilizante con lámina asfáltica	264.28	m ²	\$ 12,45	\$ 3.290,30
4.03 (Nuevo)	Impermeabilizante Acrílico Elástico para cubiertas, techos y terrazas color blanco.	264.28	m ²	\$ 13,10	\$ 3.462,09
Incremento de inversión					\$ 171,79

EEM03 Paredes exteriores reflectantes

Tabla 4.20 Cálculo de incremento de inversión para medida EEM03 implementada en caso “EDGE Advanced” (Rivera & Toapanta, 2021)

Rubro	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
4.05	Pintura de caucho interior y exterior látex vinilo acrílico.	563.72	m ²	\$ 2,52	\$ 1.420,57
4.05 (Nuevo)	Pintura Duraflex Constructor Wesco color blanco.	563.72	m ²	\$ 5,23	\$ 2.948,25
Incremento de inversión					\$ 1.527,68

EEM22 y EEM23 Iluminación eficiente para interiores y exteriores

Tabla 4.21 Cálculo de incremento de inversión para medidas EEM22 y EEM23 implementadas en caso “EDGE Advanced” (Rivera & Toapanta, 2021)

Rubro	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
10.01	Costo de luminarias Ledvance Slim Plafon 75lm/W	25	unidad	\$ 16,20	\$ 405,00
10.13	Panel de luz led LUCKYSTAR de 100lm/W	25	unidad	\$ 30,35	\$ 758,75
Incremento de inversión					\$ 353,75

EEM13 Eficiencia del sistema de refrigeración

A continuación, se calcula el incremento de inversión para los rubros 16.01 y 16.02. Se ha incrementado costos indirectos y utilidad del 4% a los costos referenciales proporcionados por SOPORTEC, ver detalles en Apéndice F.

Tabla 4.22 Cálculo de incremento de inversión para medida EEM13 implementada en caso “EDGE Advanced” (Rivera & Toapanta, 2021)

Rubro	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
16.01	Innovair dxc60c2an1-manejadora 60000kbtu efc-13 r-410	1	unidad	\$2.578,98	\$2.578,98
16.01 (Nuevo)	Condensador SAMSUNG VRF 56kW	1	unidad	\$16.013,04	\$16.013,04
16.02	Manejadora 36000btu dxc36c2an1-r40	2	unidad	\$1.822,74	\$3.645,48
16.02 (Nuevo)	Evaporador FAN COIL SAMSUNG VRF	2	unidad	\$3.880,96	\$7.761,92
Incremento de inversión					\$ 17.550,50

4.5.3.3 Presupuesto para caso “EDGE Advanced”

De acuerdo con el análisis de precios unitarios realizado para cada una de las medidas de eficiencia implementadas para alcanzar la certificación EDGE Advanced, se tienen los siguientes valores por fase de construcción:

Tabla 4.23 Resumen de presupuesto referencial para caso “EDGE Advanced” (Rivera & Toapanta, 2021)

Fases del proyecto	Precio	Porcentaje
1. Movimiento de tierras	\$ 9.563,08	2,64%
2. Estructura	\$ 157.828,74	43,58%
3. Albañilería	\$ 38.599,11	10,66%
4. Recubrimientos	\$ 18.857,78	5,21%
5. Carpintería metálica/vidrios	\$ 22.552,26	6,23%
6. Carpintería en madera	\$ 13.129,24	3,63%
7. Cielo Raso	\$ 4.195,20	1,16%
8. Instalaciones hidrosanitarias	\$ 6.816,44	1,88%
9. Instalaciones cableado estructurado	\$ 4.050,36	1,12%
10. Instalaciones eléctricas	\$ 8.907,40	2,46%
11. Sistema de control de acceso	\$ 2.026,26	0,56%
12. Sistema de letreros de salida y lámparas de emergencia	\$ 1.884,48	0,52%
13. Sistema de circuito cerrado de TV	\$ 6.146,27	1,70%
14. Sistema antiincendios - electrónica	\$ 5.682,45	1,57%
15. Sistema de seguridad	\$ 8.290,30	2,29%
16. Sistema de aire acondicionado	\$ 32.858,54	9,07%
17. Sistema contraincendios	\$ 2.249,01	0,62%
18. Obras complementarias	\$ 4.965,38	1,37%
19. Costo de Certificación EDGE	\$ 13.550,00	3,74%
TOTAL	\$ 362.152,30	100%

Con relación al presupuesto referencial para el caso “Tradicional” mostrado en la tabla 4.7, se estima el incremento del costo de inversión para el caso “EDGE Advanced”, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.24 Incremento de inversión para alcanzar el nivel de certificación EDGE Advanced (Rivera & Toapanta, 2021)

Inversión	Precio	Porcentaje
Costo de inversión para caso "Tradicional"	\$ 327.395,16	100,00%
Costo de implementación de medidas de eficiencia EDGE	\$ 21.207,14	6,48%
Costo de certificación EDGE	\$ 13.550,00	4,14%
Costo de inversión para caso "EDGE Advanced"	\$ 362.152,30	110,62%
Incremento de inversión	\$ 34.757,14	10,62%

De acuerdo al análisis de precios unitarios, el costo de implementación de medidas EDGE es de \$ 21.207,14 lo cual representa un incremento de inversión del 6.48% con respecto al caso “Tradicional”. El costo de certificación EDGE es de \$ 13.550,00 representando un 4.14% de incremento en la inversión.

En total se estima que el costo de inversión adicional sea de \$ 34.757,14, valor que representa un 10.62% de incremento en la inversión en relación al caso “Tradicional”. El costo adicional para alcanzar la certificación EDGE Advanced por unidad de superficie construida es de \$ 83,49/m².

El costo de certificación representa un 38.98% de la inversión estimada para alcanzar la certificación (\$ 34.757,14); mientras que, el costo de medidas EDGE representan un 61.02%.

El costo por superficie construida y certificada se estima en \$ 869,97/m².

4.5.4 Tabla comparativa de resultados económicos

A partir del análisis económico realizado en esta sección, se ha estimado el incremento del costo de inversión que se requiere para que un proyecto alcance la certificación EDGE Certified y EDGE Advanced, tomando como punto de comparación el proyecto “Tradicional”. En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados económicos obtenidos para los tres escenarios estudiados:

Tabla 4.25 Tabla comparativa de resultados económicos (Rivera & Toapanta, 2021)

Medidas EDGE		Escenario A Caso "Tradicional"		Escenario B Caso "EDGE Certified"			Escenario C Caso "EDGE Advanced"		
			Costo total		Costo total	Incremento de inversión		Costo total	Incremento de inversión
Ahorro de energía	EEM02	Impermeabilizante con lamina asfáltica	\$3.290,30	-	-	\$ -	Impermeabilizante Acrílico Elástico para techos y terrazas color blanco.	\$ 3.462,09	\$ 171,78
	EEM03	Pintura de caucho interior y exterior látex vinilo acrílico	\$1.420,57	Pintura Viniltex Satinado	\$ 2.401,45	\$ 980,87	Pintura Duraflex Constructor Wesco color blanco.	\$ 2.948,25	\$ 1.527,68
	EEM13	innovair dxc60c2an1-manejadora 60000kbtu efc-13 r-410	\$2.578,98	-	-	\$ -	Condensador SAMSUNG VRF 56kW	\$16.013,04	\$13.434,06
		manejadora 36000btu dxc36c2an1-r40	\$3.645,48	-	-	\$ -	Evaporador FAN COIL SAMSUNG VRF	\$7.761,92	\$4.116,44
	EEM22 y EEM23	Tablero Distribuidor de Energía Principal TDEP. Breakers Principal/Desconexión, iluminación, etc.	\$ 900,00	Tablero Distribuidor de Energía Principal TDEP. Breakers Principal/Desconexión, etc.	\$ 495,00	\$ 45,00	Tablero Distribuidor de Energía Principal TDEP. Breakers Principal/Desconexión, etc.	\$ 495,00	\$ 353,75
				Luminarias GENERAL LIGHTING Led 31495-4 80lm/W	\$ 450,00		Panel de luz led LUCKYSTAR de 100lm/W	\$ 758,75	
	EEM24	-	\$ -	Sensor de movimiento y luz natural SYLVANIA - P23585	\$ 266,31	\$ 266,31	Sensor de movimiento y luz natural SYLVANIA - P23585	\$ 266,31	\$ 266,31
EEM32	-	\$ -	Corrector de factor de potencia CHINT JKF8-6	\$ 241,72	\$ 241,72	Corrector de factor de potencia CHINT JKF8-6	\$ 241,72	\$ 241,72	
Ahorro de agua	WEM01	Ducha eléctrica	\$ 54,00	Ducha EcoVand Turbo Saver Air	\$ 97,76	\$ 43,76	Ducha EcoVand Turbo Saver Air	\$ 97,76	\$ 43,76
	WEM02 y WEM03	Juego de grifería 4" para lavamanos	\$ 128,16	Instalación de llave automática de Ecomatic II para lavabo	\$ 511,40	\$ 383,24	Instalación de llave automática de Ecomatic II para lavabo	\$ 511,40	\$ 383,24
	WEM07	-	\$ -	Instalación de urinarios de bajo consumo de agua	\$ 606,04	\$ 606,04	Instalación de urinarios de bajo consumo de agua	\$ 606,04	\$ 606,04
	WEM08*	Lavaplatos 1 pozo grifería tipo cuello de ganso	\$ 199,47	Instalación de grifería para fregadero de cocina	\$ 261,83	\$ 62,36	Instalación de grifería para fregadero de cocina	\$ 261,83	\$ 62,36
		-	\$ -	Costo de certificación EDGE	\$13.550,00	\$13.550,00	Costo de certificación EDGE	\$13.550,00	\$13.550,00
Incremento de inversión con respecto al caso "Tradicional"				TOTAL		\$16.179,30	TOTAL		\$34.757,14
				TOTAL, por m² de superficie construida		\$ 38,87	TOTAL, por m² de superficie construida		\$ 83,49

Considerando que el presupuesto referencial para el caso “Tradicional” es de \$327.395,16; se tiene que, para obtener el nivel de certificación EDGE Certified se requiere un incremento del 4.94%, lo cual representa una inversión adicional de \$16.179,30 con respecto al caso “Tradicional”, es decir un aumento de \$38.87/m².

Para llegar a los requisitos de ahorro exigidos por el nivel de certificación EDGE Advanced, se requiere de una inversión de \$34.757,14 lo cual representa un 10.62% adicional al presupuesto para el caso “Tradicional”. La inversión por unidad de superficie es de \$83,49/m².

Si comparamos los resultados obtenidos en el caso “EDGE Advanced” con el caso “EDGE Certified”, se obtiene que el incremento de inversión para alcanzar la certificación EDGE Advanced, en comparación al escenario B es de \$18.577,84, representando un 5.68%.

Dado que el ahorro mínimo de agua para alcanzar la certificación EDGE Advanced es del 20%, igual que EDGE Certified, no se implementaron medidas adicionales para el escenario C.

4.6 Tiempo estimado de recuperación de la inversión

De acuerdo con los resultados EDGE obtenidos y a partir del análisis energético y de ahorro de agua realizado en secciones anteriores, se tienen los siguientes ahorros económicos del escenario B y C con respecto al caso “Tradicional”:

Tabla 4.26 Ahorro estimado del costo de servicios públicos para los escenarios B y C (Rivera & Toapanta, 2021)

Ahorro	Escenario B, Caso “EDGE Certified”	Escenario C, Caso “EDGE Advanced”
Ahorro en energía	\$ 1,42 /m ² /año	\$ 4,28 /m ² /año
Ahorro de agua	\$ 0,21 /m ² /año	\$ 0,21 /m ² /año
TOTAL, AHORRO	\$ 1,63 /m²/año	\$ 4,49 /m²/año

Considerando que el costo de inversión adicional para alcanzar el nivel EDGE Certified es de \$16.179,30, se estima que dicho valor se recupere en 23.84 años.

Para el caso “EDGE Advanced”, se estimó un incremento de la inversión de \$34.757,14; por lo tanto, el tiempo estimado de recuperación de la inversión es de 18.6 años.

Para la estimación del tiempo de recuperación de la inversión solo se ha utilizado el ahorro en energía eléctrica y agua potable que representa la implementación de medidas de eficiencia EDGE.

4.7 Resumen de resultados

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para los escenarios B y C estudiados en este documento con respecto a los resultados del escenario A (Caso “Tradicional”).

Tabla 4.27 Resumen de resultados obtenidos para los escenarios B y C con respecto al caso “Tradicional” (Rivera & Toapanta, 2021)

Sección	Aspectos analizados	Escenario B, Caso “EDGE Certified”	Escenario C, Caso “EDGE Advanced”
Análisis energético	Ahorro en consumo de energía eléctrica	13.32 kWh/m ² /año	40.21 kWh/m ² /año
	Porcentaje de ahorro en consumo de energía eléctrica	8.94%	26.99%
	Ahorro económico en energía eléctrica	\$ 1,42/m ² /año	\$ 4,28/m ² /año
Análisis de ahorro de agua	Ahorro en consumo de agua	0,29 m ³ /m ² /mes	0,29 m ³ /m ² /mes
	Porcentaje de ahorro en consumo de agua	18.18%	18.18%
	Ahorro económico en agua	\$ 0,21/m ² /año	\$ 0,21/m ² /año
Ahorro de energía incorporada en materiales	Ahorro de energía incorporada en materiales con respecto al caso base de EDGE	1.33 GJ/m ²	1.33 GJ/m ²
	Porcentaje de ahorro de energía incorporada en materiales con respecto al caso base de EDGE	47.67%	47.67%
Emisiones de CO ₂	Emisiones de CO ₂ evitadas	4.32 kgCO ₂ /m ² /año	11.39 kgCO ₂ /m ² /año
	Porcentaje de emisiones de CO ₂ evitadas	7.24%	24.61%
Análisis económico	Incremento de inversión	\$ 38,87/m ²	\$ 83,49/m ²
	Porcentaje de inversión adicional	4.94%	10.62%
	Costo de superficie construida y certificada	\$ 825.34/m ²	\$ 869,97/m ²
Recuperación de inversión	Tiempo estimado de recuperación de la inversión	23.84 años	18.6 años

CAPÍTULO 5

5. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

5.1 Objetivos

5.1.1 Objetivo General

Realizar una guía práctica para elaborar un adecuado Estudio de Impacto Ambiental (EslA) en proyectos de construcción de entidades financieras, tomando en cuenta las fases de construcción, operación y abandono, con la intención de minimizar y controlar los impactos ambientales negativos.

5.1.2 Objetivos Específicos

1. Identificar los posibles impactos ambientales que se presentan en obras de construcción de entidades financieras.
2. Plantear estrategias de valoración de impactos ambientales.
3. Establecer posibles medidas de mitigación/prevención y control de impactos ambientales negativos.

5.2 Descripción del proyecto

En el presente proyecto se estudia, analiza y propone medidas de eficiencia para ahorro de energía, agua y energía incorporada en materiales, para que los diseños y construcciones de entidades financieras, dirigidos por la empresa JASSATELECOM, obtengan la certificación EDGE. El proyecto como tal, está fundamentado en el cuidado del medio ambiente, ya que se busca aplicar criterios de construcción sostenible y reducir así los impactos ambientales negativos globales y locales en la construcción de entidades financieras en el Ecuador.

Este proyecto al tener un alcance a nivel nacional, no se tiene una ubicación ni un caso de estudio específicos, es por esto que, en este capítulo se busca presentar una guía para la elaboración general de un Estudio de Impacto Ambiental (EslA), considerando que todo proyecto debe someterse a una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

Los diferentes niveles de certificación EDGE (EDGE Certified, EDGE Advanced y Zero Carbon) se consideraron como alternativas del proyecto y fueron analizadas en el capítulo 2. Desde un punto de vista ambiental, el nivel de certificación que

genera un menor impacto ambiental es Zero Carbon, ya que emplea medidas de eficiencia energética que permiten que la edificación obtenga un ahorro de energía del 100%, sin embargo, tomando en consideración el factor económico dentro del análisis de alternativas y el nivel de complejidad, se consideró el nivel de certificación EDGE Certified como el más adecuado. La decisión final dentro de los niveles de certificación debe ser tomada por el propietario de la entidad financiera y la empresa JASSATELECOM.

Aplicar las medidas de eficiencia para lograr un ahorro del 20% en energía, agua y materiales, requiere de la implementación de equipos, materiales y estrategias de acuerdo a lo establecido por la norma EDGE. Todas las medidas propuestas en este proyecto y que sean implementadas en un proyecto tienen un impacto ambiental significativo o a su vez, tienen menor impacto que un proyecto construido de manera tradicional.

Pese a que las medidas propuestas en este proyecto, en teoría, generan menor impacto ambiental, se debe tener en cuenta y aplicar buenas prácticas de construcción en cuanto al manejo de materiales en obra, manejo de residuos y desechos, consumo de agua durante la construcción, eficiencia de herramientas y maquinaria y buen manejo de equipos.

Dentro de la certificación EDGE, no se contempla el impacto ambiental que genera la implantación de un proyecto, por lo tanto, se debe considerar el daño que causa la construcción a la cobertura vegetal del entorno, efectos del movimiento de tierras y daño probable a la flora y fauna. Estos efectos deben ser analizados de acuerdo al lugar en el cual se llevará a cabo el proyecto.

Para la ejecución de un EsIA el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica propone un proceso de regularización ambiental el cual se lo realiza a través de la plataforma virtual SUIA (Sistema Único de Información Ambiental) en donde se ingresan los datos particulares de cada proyecto y se determina el nivel de impacto ambiental y el tipo de permiso ambiental que se debe obtener (Certificado, Registro o Licencia).

De acuerdo a la categorización ambiental, un proyecto de entidades financieras solamente requiere de un Certificado Ambiental, por lo tanto, su trámite es netamente voluntario. Sin embargo, se debe tener en cuenta el lugar en donde será

emplazado el proyecto, además, se debe realizar el registro en SUIA para determinar si el proyecto requiere o no una licencia ambiental.

Consulta de Actividades Ambientales

Para conocer la Actividad Ambiental a la que pertenece su proyecto, el proceso que corresponde (Registro Ambiental o Licencia Ambiental), el tiempo de emisión y los costos que genera, haga clic en buscar.

Descripción de la actividad	CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA CIVIL
Su trámite corresponde a un(a)	CERTIFICADO AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Inmediato.
Costo del trámite	No tiene. (Tiene un costo si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

Especifique el rango de operación *

1.0 - 5000.0 superficie en metros cuadrados (m2)

Figura 5.1 Tipo de permiso ambiental requerido para “Construcción de infraestructura civil” (SUIA, 2021)

Dado que dentro del Catálogo de Categorización Ambiental Nacional (CCAN) no hay una categorización para entidades financieras u oficinas, se ha seleccionado de manera general “Construcción de infraestructura civil” con un área máxima de 5000 metros cuadrados.

5.2.1 Descripción de las fases de un proyecto

Se describen las posibles afectaciones ambientales que se tendrán por cada fase de un proyecto.

5.2.1.1 Construcción

La Norma EDGE propone medidas de eficiencia para lograr un ahorro de energía, agua y energía incorporada en materiales, sin embargo, no propone medidas de eficiencia durante el proceso de construcción, por lo tanto, es importante que se planifiquen adecuadamente las siguientes actividades: movimiento de tierras, fundición de mortero y hormigón, logística de transporte de maquinaria y materiales y manejo de residuos y desechos.

5.2.1.2 Operación

A partir de la implementación de las medidas de eficiencia propuestas por EDGE en los diseños y construcciones de entidades financieras, se espera que la operación del edificio sea sostenible, por lo tanto, su funcionamiento no tendrá

mayor impacto ambiental, siempre y cuando se realice un adecuado mantenimiento de los equipos y aparatos utilizados.

5.2.1.3 Abandono

Como una medida de eficiencia propuesta por EDGE, en la etapa de abandono o demolición de la infraestructura, se debe promover el reciclaje de materiales y su reutilización en futuras construcciones, esta medida de eficiencia ayuda a aumentar el ahorro de energía incorporada en materiales de construcción, lo que implica una disminución del impacto ambiental.

5.3 Línea base ambiental

En esta sección se debe incluir la situación actual del medio natural y humano del lugar en el cual se va a desarrollar el proyecto, conjuntamente con los elementos afectados por la ejecución del proyecto. Es importante tener en cuenta que se debe realizar una descripción únicamente del entorno circundante al proyecto, no es necesario extender el análisis a una zona distinta al sector en donde será implantado el proyecto.

Se debe destacar que, como tal, el proyecto que se lleva a cabo en este documento tiene efectos positivos en el ambiente ya que la certificación EDGE evalúa el cumplimiento de un ahorro mínimo del 20% en energía, agua y materiales de construcción a través de estrategias de construcción sostenible.

5.3.1 Medio físico

5.3.1.1 Clima

Si bien es cierto, un proyecto de construcción no genera cambios significativos en el clima de un sector, pero, es sumamente importante determinar las características climáticas como temperatura, precipitaciones y humedad del lugar en donde se construirá el proyecto. Estos datos a su vez, son útiles para el modelado en EDGE.

Los datos climáticos pueden ser obtenidos del INAMHI.

5.3.1.2 Calidad del aire

En una construcción de oficinas, no existe una contaminación significativa del aire causada por partículas, sin embargo, se debe tener absoluto cuidado y precaución

hacia los trabajadores, especialmente en las labores que generen polvo y en las labores de pintura. Por esta razón es importante que todos los trabajadores cuenten con un equipo de seguridad.

5.3.1.3 Agua superficial y subterránea

Se debe identificar las fuentes de agua superficial y subterránea que se vean afectadas por la construcción. En caso de que haya impactos ambientales significativos sobre el agua circundante, es importante tomar medidas que minimicen o eviten el impacto. Además, un estudio de recursos hídricos puede ser favorable para el aprovechamiento de fuentes de agua para consumo humano o para la generación de energía eléctrica.

Es importante también analizar si el agua en cuestión tiene un uso aguas abajo o aguas arriba, de tal forma que el proyecto no ocasione daños a los consumidores.

5.3.1.4 Tipo de suelo

En todo proyecto de construcción se debe realizar un estudio de suelo para determinar la capacidad portante del mismo y verificar si requiere de un mejoramiento. Además, con el estudio de suelos se puede prevenir deslizamiento de tierra u asentamientos excesivos de la estructura. Una estratigrafía del suelo sería lo más adecuado.

5.3.2 Medio biótico

5.3.2.1 Flora y fauna

La flora y fauna en nuestro país tiene una biodiversidad exclusiva, por lo tanto, es importante realizar un estudio y determinar la importancia ecosistémica de la flora y fauna del lugar en donde se implantará el proyecto, de tal manera que la remoción de cobertura vegetal no cause daños significativos.

Con el área de remoción vegetal se puede realizar un análisis de impacto ambiental en la flora y fauna del lugar.

El proyecto a implementar no debe estar dentro de reservas ecológicas ni de áreas protegidas es por esto que, se debe tener claro cuál es la extensión y ubicación de estas zonas y consultar las regulaciones territoriales correspondientes.

5.3.2.2 Paisaje

Al implantar cualquier obra civil, esta causa un cambio en el paisaje natural del lugar, generándose una contaminación visual. Se debe garantizar que el proyecto tenga un adecuado diseño arquitectónico, de tal manera que el impacto visual sea positivo. Dentro del diseño arquitectónico, se debe considerar las condiciones del paisaje natural.

5.3.3 Medio humano

5.3.3.1 Demografía

Realizar un estudio demográfico del lugar de interés, para determinar la cantidad de habitantes y su distribución, este estudio ayudará a determinar las personas que serán beneficiadas y/o afectadas por la construcción de la obra civil.

Los datos demográficos pueden ser obtenidos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

5.3.3.2 Actividades económicas

Determinar cuáles son las principales actividades económicas del sector y como el proyecto a implementar puede ayudar a mejorar la calidad de vida de los habitantes.

5.3.3.3 Servicios básicos

Identificar si el sector cuenta con servicio de agua potable, alcantarillado, electricidad, recolección de residuos y abastecimiento de combustible, de tal manera que el proyecto sea viable.

5.3.3.4 Red vial

Identificar las vías de acceso que tiene el proyecto y conocer las proyecciones de carreteras que se tiene previstas por las autoridades competentes.

En las labores de instalación de agua potable y alcantarillado, es importante que se prevea el tiempo que se obstruirá el paso en las carreteras, de tal manera que la afectación al transporte sea mínima.

5.4 Actividades del proyecto

Si bien es cierto, no todos los proyectos de construcción son iguales entre sí, sin embargo, en todos los proyectos se debe ejecutar ciertas actividades

indispensables para que el proyecto culmine de manera satisfactoria. En esta sección se mencionan algunas de las actividades que se presentan en cada fase de un proyecto de infraestructura nueva para oficinas y que pueden generar impactos ambientales significativos. Lo presentado a continuación es una recopilación de las acciones que se pueden presentar en un proyecto de entidades financieras, por lo tanto, al momento de contar con un proyecto en específico, se deben analizar las actividades que efectivamente se realizarán en dicho proyecto.

Tabla 5.1 Actividades de un proyecto de construcción de oficinas para entidades financieras que generan impactos ambientales (Rivera & Toapanta, 2021)

Fase	Labor	Acción
Construcción	Desbroce y limpieza del terreno	<ul style="list-style-type: none"> • Remoción de cobertura vegetal.
	Movimiento de tierras	<ul style="list-style-type: none"> • Desalojo y reubicación de material excavado. • Desalojo y disposición de escombros. • Mejoramiento del suelo. • Operación de maquinaria pesada.
	Construcción de obras complementarias	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de bodegas. • Instalación de baterías sanitarias. • Implementación de medidas de seguridad.
	Cimentación	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de replantillo. • Colocación de hormigón.
	Fundición de elementos estructurales	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de hormigón. • Armado de acero de refuerzo
	Instalación hidrosanitaria	<ul style="list-style-type: none"> • Desalojo y disposición de material excavado.
Operación	Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento y reparación de equipos de calefacción y refrigeración. • Mantenimiento y reparación de aparatos sanitarios. • Limpieza de equipos y aparatos.
Abandono	Desmantelamiento de la estructura	<ul style="list-style-type: none"> • Reciclaje de materiales de construcción estructurales y no estructurales.

En la siguiente tabla se muestran los elementos y factores ambientales que estarán afectados directamente en la construcción, operación y abandono de un proyecto de oficinas para entidades financieras.

Tabla 5.2 Árbol de factores para implantación de entidades financieras (Rivera & Toapanta, 2021)

Medio	Elemento	Factor
Físico	Aire	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire.
	Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del agua superficial y subterránea. • Contaminación por residuos
	Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del suelo • Estabilidad del terreno • Contaminación por residuos • Alteración en el relieve
Biótico	Flora y fauna	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura vegetal • Hábitats de fauna
	Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> • Confort visual
Humano	Social	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad y salud de la población
	Económico	<ul style="list-style-type: none"> • Empleo • Comercio y emprendimiento
	Cultural	<ul style="list-style-type: none"> • Realce cultural

5.5 Identificación de impactos ambientales

Para identificar si el proyecto se encuentra dentro de áreas protegidas del Ecuador, se puede consultar en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, esta herramienta digital, puede ser de gran ayuda al momento de identificar impactos ambientales.

Para identificar impactos ambientales se puede utilizar varios métodos como: listas de control, diagrama de redes y matrices causa-efecto.

En esta sección se analiza como identificar impactos ambientales aplicando la matriz de Leopold (1971), que constituye uno de los métodos más populares y efectivos en la identificación de impactos ambientales.

La matriz de Leopold consiste en identificar la interacción que existe entre las acciones del proyecto (Tabla 5.1) que pueden generar impactos y los elementos ambientales (Tabla 5.2) que son susceptibles a sufrir alteraciones de su medio natural. En las filas de la matriz se representan los elementos ambientales y en las columnas se sitúan las acciones que se presentan en cada fase del proyecto.

A continuación, se muestra un esquema representativo de una matriz de impacto ambiental para la construcción de entidades financieras.

Tabla 5.3 Matriz de identificación de impactos ambientales en las fases de construcción, operación y abandono de entidades financieras (Rivera & Toapanta, 2021)

Acciones		Construcción						Operación	Abandono
		Desbroce y limpieza	Movimiento de tierras	Obras complementarias	Cimentación	Fundición de elementos estructurales	Instalación hidrosanitaria	Mantenimiento	Desmantelamiento
Elementos	Factores								
Medio físico									
Aire	Calidad del aire	X	X	X				X	X
Agua	Calidad de agua superficial y subterránea	X	X		X				X
	Contaminación por residuos	X	X	X	X	X	X	X	X
Suelo	Calidad del suelo	X	X		X				X
	Estabilidad del terreno	X	X		X				X
	Contaminación por residuos	X	X	X	X	X	X	X	X
	Alteración en el relieve	X	X						X
Medio biótico									
Flora y fauna	Covertura vegetal	X	X						
	Hábitats de fauna	X	X						
Paisaje	Confort visual	X	X	X	X	X			X
Medio humano									
Social	Seguridad y salud de la población							X	X
Económico	Empleo	X	X	X	X	X	X	X	X
	Comercio y emprendimiento	X	X	X	X	X	X	X	X
Cultural	Realce cultural							X	X

5.6 Valoración de impactos ambientales

Existen algunos métodos para valorar los impactos ambientales, entre los principales tenemos: juicio simple y directo, valoración cualitativa y valoración cuantitativa.

Para valorar los impactos ambientales causados por la construcción, operación y abandono de edificios para entidades financieras se emplea el método de valoración cualitativa, en donde se determina un índice de impacto ambiental de acuerdo a las características del mismo.

La matriz de Leopold modificada según (Tito, 2020), ayuda a realizar una evaluación cualitativa de los impactos ambientales, basándose en la extensión, duración, reversibilidad, magnitud e importancia de los efectos ambientales.

5.6.1 Características de evaluación de la matriz Leopold

5.6.1.1 Extensión

La extensión se refiere a la zona de influencia del impacto ambiental y puede ser puntual, particular, local, generalizada o regional.

5.6.1.2 Duración

Esta característica se refiere al tiempo en el cual se genera una afectación al entorno natural por las acciones previstas en las diferentes fases del proyecto. La duración puede ser: esporádica, temporal, periódica, recurrente o permanente.

5.6.1.3 Reversibilidad

Es la posibilidad de recuperar o reconstruir aquello que fue afectado por un impacto ambiental. La reversibilidad puede ser: completamente reversible, medianamente reversible, parcialmente irreversible, medianamente irreversible o completamente irreversible.

5.6.1.4 Magnitud

Es el grado de incidencia sobre el factor ambiental. Esta característica tiene una puntuación específica de 1, 2.5, 5, 7.5 y 10, dependiendo de esta puntuación se puede clasificar como impactos de poca incidencia, mediana incidencia y alta incidencia respectivamente.

La escala de puntuación cualitativa propuesta por (Tito, 2020) para las características de evaluación son los siguientes:

Tabla 5.4 Valoración cualitativa de impactos ambientales según (Tito, 2020)

Características	Puntuación				
	1	2.5	5	7.5	10
Extensión	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
Duración	Espontánea	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
Reversibilidad	Completa- mente reversible	Mediana- mente reversible	Parcial- mente reversible	Mediana- mente irreversible	Completa- mente irreversible
Magnitud	Poca incidencia		Mediana incidencia	Alta incidencia	

5.6.2 Cálculo del impacto

El impacto ambiental se lo determina de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Valor del impacto} = \pm\sqrt{(\text{Imp})x(\text{Mag})} \quad (5.1)$$

Donde:

Imp= Importancia del impacto ambiental

Mag= Magnitud del impacto

La importancia del impacto ambiental, según (Tito, 2020) se determina empleando la siguiente ecuación:

$$\text{Imp} = \text{We} x \text{E} + \text{Wd} x \text{D} + \text{Wr} x \text{R} \quad (5.2)$$

Donde:

Imp= Importancia del impacto ambiental

E= Valor de característica de extensión

We= Peso o ponderación de la extensión

D= Valor de duración

Wd= Peso o ponderación de la duración

R= valor de reversibilidad

Wr= peso o ponderación de la reversibilidad

Se debe cumplir que:

$$\text{We} + \text{Wd} + \text{Wr} = 1 \quad (5.3)$$

Para lo cual se recomiendan los siguientes valores de ponderación:

$$\text{We} = 0.35 \quad \text{Wd} = 0.4 \quad \text{Wr} = 0.25$$

Estos valores de ponderación pueden ser modificados de acuerdo al criterio del responsable de la Evaluación de Impacto Ambiental.

De acuerdo al valor del impacto ambiental obtenido, se realiza la siguiente categorización:

Tabla 5.5 Categorización del impacto ambiental según el valor del impacto (Tito, 2020)

Categorización del impacto ambiental	Valor del impacto ambiental (IA)
Benéfico	$ IA > 0$
Despreciable	$ IA < 4.5$
Significativo	$6.5 > IA \geq 4.5$
Altamente significativo	$ IA \geq 6.5$

La valoración de impactos ambientales debe realizarse para todas las alternativas posibles del proyecto y los resultados obtenidos pueden ayudar a identificar y seleccionar la alternativa de proyecto que genere un menor impacto ambiental.

5.7 Medidas de prevención/mitigación

Un Plan de Prevención y Mitigación (PMP) está diseñado para prevenir, controlar, restaurar y compensar los impactos ambientales identificados en las etapas de identificación y valoración de impactos.

En esta sección se describe como realizar un Plan de Prevención y Mitigación de impactos ambientales para las fases de construcción, operación y abandono de una obra de oficinas para entidades financieras. Las medidas propuestas a continuación son recomendadas, por lo tanto, para un proyecto en particular, se deberá identificar las medidas adecuadas según el caso de estudio.

Tabla 5.6 Propuesta de medidas de prevención/mitigación de impactos ambientales para una obra de oficinas (Rivera & Toapanta, 2021)

Responsable: Propietario – Contratista		
Objetivo: Implementar medidas de mitigación y prevención de los impactos ambientales identificados por la construcción, operación y abandono de un proyecto de oficinas.		
Lugar de implementación: Terreno en el cual se construirá el proyecto		
Factores ambientales	Impactos ambientales	Medidas de prevención/mitigación
Calidad del aire	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación por ruido Contaminación por polvo Contaminación por residuos volátiles Mal olor 	<ul style="list-style-type: none"> Monitoreo permanente del ruido y medidas de aislamiento acústico. Mojar el terreno Usar pintura de calidad Instalar baterías sanitarias.
Calidad de agua superficial y subterránea	<ul style="list-style-type: none"> Infiltración de contaminantes Interrupción del flujo natural del agua 	<ul style="list-style-type: none"> Colocación de barreras protectoras Realizar obras de captación y conducción de aguas superficiales.
Calidad del suelo	<ul style="list-style-type: none"> Erosión del suelo Contaminación del suelo 	<ul style="list-style-type: none"> Replantación de árboles y vegetación nativa en la zona afectada Implementar barreras protectoras entre el suelo y el contaminante
Hábitats de fauna	<ul style="list-style-type: none"> Eliminación de cobertura vegetal 	<ul style="list-style-type: none"> Reforestación con plantas nativas en una zona del sector.

La tabla 5.6 es simplemente una manera de ejemplificar como se debe realizar la propuesta de medidas de prevención/mitigación de los impactos ambientales

identificados en un proyecto. Las medidas dependen directamente de los impactos identificados y estos a su vez dependen de las características de cada proyecto.

Se debe plantear las medidas de prevención/mitigación para cada una de las alternativas del proyecto, de esta manera se pueden minimizar los efectos negativos de las alternativas y seleccionar la más adecuada. La implementación de estas medidas reduce el impacto, por lo tanto, la valoración del impacto cambiará. Además, por cada medida se debe presentar un costo de implementación.

5.8 Conclusiones

Las medidas de eficiencia EDGE están enfocadas en minimizar los impactos ambientales que tienen las construcciones tradicionales a través de un ahorro de energía, agua y energía incorporada en materiales. Sin embargo, hay aspectos que la certificación EDGE no toma en cuenta como por ejemplo el adecuado manejo de residuos y estrategias para minimizar la contaminación del agua y suelo, es por esto que realizar un estudio de evaluación ambiental puede resultar favorable para identificar los impactos ambientales que EDGE los descarta y preparar medidas de prevención/mitigación de impactos.

Para proyectos de entidades financieras, según el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, solo se requiere de un Certificado Ambiental que constituye un trámite netamente voluntario. Para obtener el Certificado ambiental se debe realizar un registro a través de SUIA. Tener una Certificación Ambiental a parte de la certificación EDGE, resulta favorable a la hora de comercializar el inmueble, por lo tanto, se recomienda realizar el procedimiento respectivo para obtener el Certificado Ambiental.

Una evaluación ambiental resulta indispensable para realizar un adecuado análisis de alternativas, por lo tanto, se recomienda que el EsIA se lo realice en la fase de Análisis de Alternativas, de tal manera que el impacto ambiental sea considerado como un criterio de selección.

En esta sección se mostró una guía práctica para realizar un Estudio de Impacto Ambiental, sin embargo, para la construcción de oficinas de entidades financieras no es absolutamente necesario realizar un EsIA ya que este tipo de proyectos no requieren de un Registro o Licencia ambiental.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- De las diversas certificaciones sostenibles que existen a nivel mundial, en Ecuador se han venido aplicando las certificaciones LEED y EDGE, en donde, esta última ha alcanzado una importancia significativa en la industria de la construcción nacional, llegando a certificar 32 proyectos desde su aplicación en Ecuador en el año 2016. De los diferentes niveles de certificación que otorga EDGE, Ecuador cuenta con 26 proyectos con nivel EDGE Certified y únicamente 6 proyectos con nivel EDGE Advanced. En el mundo solo 3 proyectos han alcanzado la certificación EDGE Zero Carbon.
- A partir de la investigación y análisis de 3 estudios realizados en la región (Perú, Ecuador y Colombia), se determinó que la mejor alternativa para la construcción de edificios de oficina, es la certificación EDGE Certified, sin embargo, de acuerdo al análisis realizado a un caso de estudio, se determinó que la mejor alternativa es el nivel de certificación EDGE Advanced, dado que genera un mayor ahorro económico, una disminución en el consumo de energía, agua y materiales, disminuye las emisiones de CO₂ al ambiente y el tiempo de recuperación de la inversión es menor al caso “EDGE Certified”.
- Según los estudios analizados, el impacto ambiental que supone la certificación EDGE Certified, no difiere en gran proporción de los resultados de la certificación EDGE Advanced. Además, el incremento de inversión que se requiere para alcanzar el nivel de certificación EDGE Advanced, es superior en un 18.5% a 33% que la inversión requerida para EDGE Certified.
- Se elaboró un manual de buenas prácticas de construcción para alcanzar la certificación EDGE, en donde se menciona los pasos que debe seguir la empresa JASSATELECOM, para lograr obtener la certificación en la fase preliminar y final de un proyecto. De las diferentes medidas que propone EDGE, para alcanzar la certificación, se han seleccionado únicamente aquellas que son aplicables a proyectos de oficinas, para lograr un ahorro del 20% en energía, agua y energía incorporada en materiales. Por cada medida de eficiencia se establecen estrategias de implementación de acuerdo con las

zonas climáticas que tiene el Ecuador. Además, se detalla la documentación requerida por el certificador y metodología de cálculo en las medidas que lo requieran.

- Para cumplir con los requisitos de certificación EDGE en cuanto a ahorro de energía, se han propuesto únicamente las siguientes medidas de eficiencia: EEM01*, EEM02, EEM03, EEM05, EEM06, EEM08, EEM09, EEM11, EEM13*, EEM22, EEM23, EEM24, EEM25 y EEM32.
- Para cumplir con los requisitos de certificación EDGE en cuanto a ahorro de agua, se han propuesto únicamente las siguientes medidas de eficiencia: WEM01, WEM02*, WEM03*, WEM04*, WEM05*, WEM07 y WEM08*.
- Para cumplir con los requisitos de certificación EDGE en cuanto a ahorro de energía incorporada en materiales, se han propuesto únicamente las siguientes medidas de eficiencia: MEM01*, MEM02*, MEM03*, MEM04*, MEM05*, MEM06, MEM07, MEM08 y MEM09*.
- EDGE proporciona una herramienta gratuita para evaluar los diferentes tipos de proyectos, el cual es un software de fácil y rápida aplicación que permite al usuario realizar un análisis de ahorro de energía, agua y energía incorporada en materiales, ya que ofrece una interfaz interactiva y permite realizar una evaluación rápida y efectiva de un proyecto de construcción, basándose en normativas internacionales.
- A partir del proyecto proporcionado por la empresa JASSATELECOM, se realizó el modelado de 3 escenarios, aplicando las medidas de eficiencia propuestas en este documento, escenario A, B y C (caso “Tradicional”, “EDGE Certified” y “EDGE Advanced” respectivamente), en donde se obtuvo un ahorro de energía de 20.88%, 27.86% y 42.71% respectivamente; un ahorro de agua de 7.96%, 23.80% y 23.80% respectivamente; y un ahorro de energía incorporada en materiales de 47.67% para los 3 escenarios. Con estos resultados obtenidos en el software EDGE, es evidente que las medidas recomendadas son suficientes para cumplir con los criterios de certificación EDGE Certified y EDGE Advanced.
- Pese a que en el caso tradicional no se implementaron medidas de eficiencia, se ha alcanzado ahorros significativos en consumo de energía (20.88%), agua (7.96%) y energía incorporada en materiales (47.67%) con respecto al caso

base, lo cual evidencia que los diseños realizados por JASSATELECOM, consideran ciertos criterios de construcción sostenible, sin embargo, no son suficientes para alcanzar la certificación EDGE.

- A partir de la implementación de las medidas de eficiencia EDGE, se estima un ahorro de consumo de energía eléctrica de 8.94% para “EDGE Certified” y 26.99% para “EDGE Advanced” con respecto al caso “Tradicional”, lo cual representa un ahorro económico por unidad de superficie construida de \$ 1.42/m²/año y \$ 4.28/m²/año respectivamente. Este ahorro energético supone una disminución del consumo eléctrico de 13.32 KWh/m²/año y 40.21 KWh/m²/año respectivamente.
- Implementando las medidas de ahorro de agua en el caso de estudio, se obtuvo un ahorro de 18.18% para los casos “EDGE Certified” y “EDGE Advanced”, lo cual implica un ahorro económico por unidad de superficie construida de \$ 0.21/m²/año. El consumo de agua para ambos casos se reduce un 0.29 m³/m²/mes con respecto al proyecto “Tradicional”. En este caso se obtiene el mismo ahorro para ambos escenarios, dado que no se implementaron medidas adicionales para alcanzar el nivel de certificación EDGE Advanced.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en el software EDGE, se determina un ahorro de energía incorporado en materiales de 1.33 GJ/m² para los casos “EDGE Certified” y “EDGE Advanced”, lo cual representa un ahorro del 47.67% con respecto al caso base de EDGE.
- Tomando como referencia el caso “Tradicional”, se logra una disminución en las emisiones de CO₂ de 7.24% para el caso “EDGE Certified” y 24.61% para el caso “EDGE Advanced”, lo cual indica que se puede evitar la emisión de 4,32 kgCO₂/m²/año y 11.39 kgCO₂/m²/año respectivamente. Se puede evidenciar que el escenario C genera una menor emisión de CO₂, dado que se obtiene un mayor ahorro energético a comparación del escenario B.
- El presupuesto referencial para la construcción del proyecto “Tradicional” es de \$327.395,16. Con las medidas implementadas para alcanzar la certificación “EDGE Certified” se evidencia un incremento de la inversión del 4.94% con respecto al caso “Tradicional”, lo cual representa \$16.179,30 adicionales al presupuesto inicial, de los cuales, \$13.550,00 representa el costo de la

certificación EDGE que involucra el costo de registro, tarifa de certificación, honorarios de Experto y honorarios de Auditor. Únicamente \$2.629,30 son necesarios para implementar equipos y materiales sostenibles, representando apenas un 16.25% del costo incremental de inversión. El presupuesto total requerido para que el proyecto obtenga la certificación EDGE Certified es de \$343.574,46 lo cual representa un incremento del costo de construcción de \$38,87/m².

- Con las medidas implementadas para alcanzar la certificación EDGE Advanced se evidencia un incremento de la inversión del 10.62% con respecto al caso “Tradicional”, lo cual representa \$34.757,14 adicionales al presupuesto inicial. En este caso, \$21.207,14 son necesarios exclusivamente para implementar las medidas de eficiencia, es decir, representa el 61.02% del costo incremental de inversión. Se evidencia que para alcanzar este nivel de certificación el costo de las medidas eficientes es mayor al costo de certificación. El presupuesto total requerido para que el proyecto obtenga la certificación EDGE Advanced es de \$362.152,30 lo cual representa un incremento del costo de construcción de \$83,49/m².
- El software EDGE, realiza evaluaciones financieras en los proyectos modelados, sin embargo, los resultados obtenidos no deben ser usados para estimar la rentabilidad de un proyecto. Los resultados económicos únicamente pueden ser usados como valores referenciales.
- Considerando únicamente el ahorro económico que se obtiene en consumo de energía eléctrica y agua potable, se estima que la inversión sea recuperada a los 23.84 años para el caso “EDGE Certified” y 18.6 años para el caso “EDGE Advanced”. Se debe destacar el hecho de que en esta estimación no se consideraron factores como el incremento del precio de venta del edificio certificado, tiempo de vida útil de los equipos y materiales, ni beneficios económicos de la banca local.
- Pese a que los resultados obtenidos en inversión y en tiempo de recuperación de la misma no son atractivos para el cliente, se debe considerar los beneficios indirectos que conlleva obtener la certificación en un proyecto. De acuerdo a la investigación realizada en este documento, se proyecta que las construcciones sostenibles tengan un mayor impacto en el mercado nacional,

debido a que la tendencia a nivel mundial es innovar y aportar a la construcción respetuosa con el medio ambiente. Implementar la certificación EDGE, supone un aporte significativo para disminuir y controlar los efectos del cambio climático.

- Las construcciones sostenibles están tomando valor dentro de una sociedad que cada vez toma mayor responsabilidad y cultura medioambiental. Desde este punto de vista, hay que considerar que los edificios que tienen una certificación sostenible, representan un incremento en el precio de venta, mayor porcentaje de ocupación, y un menor tiempo de venta con respecto a proyectos tradicionales.
- Dado que el caso de estudio analizado en este documento es de oficinas que será utilizado por una entidad financiera, no se puede generalizar los criterios de eficiencia propuestos para otra tipología de edificios. Además, los resultados obtenidos no pueden ser generalizados para otro tipo de proyectos ni para otras empresas constructoras, dado que se ha considerado en el caso “Tradicional” las metodologías de diseño y construcción empleadas por JASSATELECOM.
- Según el SUIA del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, un proyecto de oficinas para entidades financieras solo requiere de una certificación ambiental que es un trámite netamente voluntario.

Recomendaciones

- Pese a que EDGE no considera criterios de diseño arquitectónicos para alcanzar la certificación, es recomendable emplear los criterios de diseño sostenibles que se encuentran en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC 11 - Capítulo 13.
- Es recomendable realizar un análisis del entorno para reconocer aspectos del espacio donde se construirá el proyecto, para conocer aspectos que pueden ser aprovechados en la construcción y favorecer a la preservación del medio ambiente. Los recursos naturales como radiación solar, recurso eólico, recurso geotérmico y recurso hídrico, pueden ser utilizados para la generación de energía renovable, que implica considerables ahorros de energía que favorecen la certificación.

- La norma EDGE, no incluye medidas para mejorar el manejo de residuos que genera un proyecto en sus fases de construcción, operación y abandono. Es por esto que se recomiendan implementar medidas que garanticen un adecuado tratamiento de residuos.
- Se recomienda el debido procedimiento en el sistema SUIA, para obtener la certificación ambiental otorgada por el gobierno nacional.
- Dado que en este proyecto se analizó un caso de estudio, se recomienda implementar las medidas de eficiencia propuestas en otro proyecto adicional, con la finalidad de poder contrastar los resultados.
- En este documento no se estudiaron a detalle los beneficios indirectos que conlleva obtener la certificación EDGE, por lo tanto, se recomienda realizar un estudio adicional en donde se involucren los factores como la vida útil de los materiales, costo de venta del edificio certificado, beneficios económicos por parte de la banca local y un análisis profundo de los beneficios ambientales. Por otra parte, resulta interesante evaluar la perspectiva de los usuarios de este tipo de edificaciones sostenibles, para determinar el nivel de aceptación de los usuarios.
- En cuanto al uso del software EDGE, se recomienda que una vez terminado el modelado de las diferentes medidas de eficiencia, es importante descargar un respaldo de los resultados de ahorros obtenidos en el mismo, ya que el software se encuentra en constante actualización y puede generar variaciones a los porcentajes de ahorro obtenidos.
- Se recomienda realizar una actualización del costo de los materiales y equipos implementados en este proyecto, dado que estos están sujetos a variaciones dependiendo de las condiciones financieras nacionales e internacionales.
- Para agilizar el proceso de certificación en proyectos de diseño y construcción, es recomendable contratar un Experto EDGE, que colabore de forma activa en la implementación y modelado de medidas de eficiencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables. (2021). *Análisis y determinación del peligro tarifario del servicio público de energía eléctrica período: Enero-Diciembre 2021 Informe Institucional*.
- Albertini, F., Gomes, L. P., Bica Grondona, A. E., & Caetano, M. O. (2021). Assessment of environmental performance in building construction sites: Data envelopment analysis and Tobit model approach. *Journal of Building Engineering*, 44, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102994>
- Albújar, P. E., Pichardo, N. E., Polo, M. E., Sánchez, J. A., & Zegarra, C. R. (2019). *Análisis Costo-Beneficio en edificaciones sostenibles con certificación EDGE, respecto a una edificación tradicional: Caso de estudio Edificio Multifamiliar en el distrito de San Borja-Lima* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://doi.org/10.19083/tesis/648592>
- Ampratwum, G., Agyekum, K., Adinyira, E., & Duah, D. (2019). A framework for the implementation of green certification of buildings in Ghana. *International Journal of Construction Management*, 1–15. <https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1613207>
- Ancona Peniche, I., López Ricalde, C. D., & López Hernández, E. S. (2005). Desarrollo sustentable o sostenible: una definición conceptual. *Horizonte Sanitario*, 4(2), 7. <https://doi.org/10.19136/hs.v4i2.294>
- Arévalo, V. R., & Noroña, B. A. (2021). *Rehabilitación sostenible de edificios bajo objetivos de reducción energética y de impacto ambiental aplicando normas de certificación EDGE: Caso de estudio edificio 6 (FICA) de la Escuela Politécnica Nacional* [Escuela Politécnica Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21821>
- Balaban, O., & Puppim de Oliveira, J. A. (2017). Sustainable buildings for healthier cities: assessing the co-benefits of green buildings in Japan. *Journal of Cleaner Production*, 163, 1–39. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.01.086>
- Bustamante G., W., & Rozas U., Y. (2009). Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social. *Pontificia Universidad Católica de Chile*, 333, 214. http://old.acee.cl/576/articles-61341_doc_pdf.pdf

- Chiriboga, M. (2012). *La sostenibilidad y sustentabilidad en los museos, dos enfoques principales: La museología tradicional y la nueva museología. Estudio de caso en dos museos de la provincia de Pichincha* [Universidad Tecnológica Equinoccial]. <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/4557>
- Cortés, H. G., & Peña, J. I. (2015). Modelo de desarrollo sustentable para su implementación en políticas y proyectos. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 78, 40–55. <https://doi.org/10.21158/01208160.n78.2015.1189>
- CTFE. (2019). *Factor de emisión de CO2 del sistema nacional interconectado de Ecuador*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/11/factor_de_emision_de_co2_del_sistema_nacional_interconectado_de_ecuador_-_informe_2019.pdf
- Daza, P. J. (2010). *Construcción sostenible de edificios: una alternativa responsable para el desarrollo urbano de Quito* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/3603/T-PUCE-3613.pdf?sequence=1>
- Du Plessis, C. (2002). *Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries* (CSIR Building and Construction Technology & Pretoria and CIB (eds.)). https://www.academia.edu/19056415/Agenda_21_for_Sustainable_Construction_in_Developing_Countries
- EDGE. (2021a). *All projects*. EDGE Buildings. <https://edgebuildings.com/project-studies/>
- EDGE. (2021b). *Banks*. EDGE Buildings. <https://edgebuildings.com/market-players/banks/#toggle-id-13>
- EDGE. (2021c). *Certificación EDGE*. BEA Bioconstrucción y Energía Alternativa. <https://bioconstruccion.com.mx/certificacion-edge/>
- GBCI. (2021). *Certification*. <https://edge.gbc.org/certification>
- GBIG. (2021). *GBIG Advanced Search, LEED Projects*. <http://www.gbig.org/search/advanced>
- Gestión Digital. (2020, July). *La construcción, un pilar de la economía debilitado por la pandemia*. <https://www.revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/la-construccion-un-pilar-de-la-economia-debilitado-por-la-pandemia>

- Gholamhoseini, A., Gilbert, R. I., Bradford, M. A., & Chang, Z. T. (2014). Longitudinal shear stress and bond-slip relationships in composite concrete slabs. *Engineering Structures*, 69, 37–48. <https://doi.org/10.1016/J.ENGSTRUCT.2014.03.008>
- Global Alliance for Buildings and Construction. (2020). *2020 Global Status report for Buildings and Construction*. <https://globalabc.org/resources/publications/2020-global-status-report-buildings-and-construction>
- Goia, F. (2016). Search for the optimal window-to-wall ratio in office buildings in different European climates and the implications on total energy saving potential. *Solar Energy*, 132, 467–492. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2016.03.031>
- Grefa, M. S. (2020). *Desarrollo de socialización en el sistema de certificación EDGE para los profesionales de la construcción* [Universidad San Francisco de Quito USFQ]. <https://edgebuildings.com/about/about-edge/>
- Guldager, K., & Birgisdottir, H. (2018). *Sustainable Building Certifications*. <https://gxn.3xn.com/wp-content/uploads/sites/4/2018/08/Guide-to-Green-Building-Certifications-August-2018-weblow-res.pdf>
- IFC. (2019a). *EDGE Methodology Report version 2.0*. <https://www.edgebuildings.com/wp-content/uploads/2019/07/180709-EDGE-Methodology-Version-2.pdf>
- IFC. (2019b). Green buildings: a finance and policy blueprint for emerging markets. In *International Finance Corporation*. https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics_ext_content/ifc_external_corporate_site/climate+business/resources/green+buildings+report
- IFC. (2021). *EDGE User Guide, version 3.0.a*. In *EDGE*. <https://edgebuildings.com/learning/user-guides/>
- Knapic, S., Oliveira, V., Machado, J. S., & Pereira, H. (2016). Cork as a building material: a review. *European Journal of Wood and Wood Products*, 74, 775–791. <https://doi.org/10.1007/s00107-016-1076-4>
- Lago, F. S., Kripka, M., Salem, O. (Sam), & Pravia, Z. M. C. (2019). Experimental and analytical study of vibration parameters in waffle concrete slabs. *Engineering Structures*, 199. <https://doi.org/10.1016/J.ENGSTRUCT.2019.109593>
- Lamy, R., Dziedzic, R. M., Rauen, W. B., & Dziedzic, M. (2021). Potential contribution of

- environmental building certifications to urban sustainability - Curitiba case study. *Sustainable Cities and Society*, 73, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103131>
- Lecca Díaz, G. K., & Prado Canahuire, L. A. (2019). *Propuesta de criterios de sostenibilidad para edificios multifamiliares a nivel de certificación EDGE y sus beneficios en su vida útil (obra, operación y mantenimiento) frente a una edificación tradicional. Caso: edificio en el distrito de Santa Anita - L* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. <https://doi.org/10.19083/tesis/625743>
- Lozano, R. (2008). Envisioning sustainability three-dimensionally. *Journal of Cleaner Production*, 16(17), 1838–1846. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2008.02.008>
- Luffiego, M., & Rabadán, J. M. (2000). La evolución del concepto de sostenibilidad y su introducción en la enseñanza. *Enseñanza de Las Ciencias*, 18(3), 473–486. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4033>
- MIDUVI. (2017). Plan Estratégico Institucional 2016 - 2017. In *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/>
- Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica. (2021). *Ministerio pone en marcha el Programa Ecuador Carbono Cero*. <https://www.ambiente.gob.ec/ministerio-pone-en-marcha-el-programa-ecuador-carbono-cero/>
- Monfort, E., Mezquita, A., Vaquer, E., Mallol, G., Alves, H. J., & Boschi, A. O. (2012). Consumo de energía térmica y emisiones de dióxido de carbono en la fabricación de baldosas cerámicas Análisis de las industrias Española y Brasileña. *Boletín de La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 51(5), 275–284. <https://doi.org/10.3989/cyv.392012>
- NEC. (2011). Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador (NEC 11, capítulo 13). In *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda*. <https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/nec2011-cap-13-eficiencia-energ3a9tica-en-la-construccic3b3n-en-ecuador-021412.pdf>
- NEC. (2015). *Eficiencia energética en edificaciones residenciales (NEC-HS-EE)*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- Ocampo, J. L., & Tarazona, H. E. (2020). *Comparación de factores económicos y ambientales entre un proyecto constructivo de vivienda de interés social VIS*

convencional y uno con la implementación EDGE en Bogotá [Universidad Católica de Colombia]. <https://hdl.handle.net/10983/26404>

ODHE. (2018). *El sector de la construcción y las infraestructuras*. Observatori Drets Humans i Empreses de La Mediterrània. <http://www.odhe.cat/es/el-sector-de-la-construccion-y-las-infraestructuras/>

Paniagua, Á., & Moyano, E. (1998). Medio ambiente, desarrollo sostenible y escalas de sustentabilidad. *Revista Española de Investigaciones*, 25(83), 151. <https://doi.org/10.2307/40184124>

Pérez, M. (2014). Legislación, normativa y proyectos oficiales del Ecuador vinculados a la Arquitectura y la Construcción Sostenible. *ASRI: Arte y Sociedad. Revista de Investigación*, 7(7).

Prieto Sandoval, V., Jaca García, M., & Ormazabal, M. (2017). Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria Investigaciones En Ingeniería*, 15, 85–95. https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/53653/1/Economia_Circular.pdf

Quispe Gamboa, C. N. (2016). *Análisis de la Energía Incorporada y emisiones de CO2 Aplicado a Viviendas Unifamiliares de Eficiencia Energética* [Universidad Politécnica de Cataluña]. <https://wwwaie.webs.upc.edu/maema/wp-content/uploads/2016/10/Quispe-Gamboa-Claudia-Nataly.pdf>

Rodríguez, J. P., Ruiz, M. A., & Meneses, A. (2020). Revisión de los factores de emisión en las metodologías de huella de carbono en Colombia. *Espacios*, 41(47), 74–84. <https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n47p06>

Romero, M. C., Warthon, R., Secca, F. N., Payva, R. C., & Vera, R. (2020). *Beneficios de Construir Edificaciones multifamiliares con Certificación EDGE en la zona 3 del distrito de Cusco , en base a los bonos de la Ordenanza Municipal N ° 25-2019-MPC* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/>

Sánchez Cordero, A., Gómez Melgar, S., & Andújar Márquez, J. M. (2019). Green building rating systems and the new framework level(s): A critical review of sustainability certification within Europe. *Energies*, 13(66), 1–25. <https://doi.org/10.3390/en13010066>

- Saura, P., & Hernández, M. (2008). La evolución del concepto de sostenibilidad y su incidencia en la educación ambiental. *Teoría de La Educación. Revista Interuniversitaria*, 20, 179–204. <https://doi.org/10.14201/989>
- Software EDGE. (2021). *EDGE App*. IFC. <https://app.edgebuildings.com/user/welcome>
- SUIA. (2021). *Catálogo de Actividades Ambientales - SUIA*. Sistema Único de Información Ambiental. http://suiadoc.ambiente.gob.ec/web/suia/catalogo_ambiental;jsessionid=Eu6NynQCzQIKGtlnLaKSfA9-
- U.S. Agency for International Development. (2018). *Economic and Employment Impacts of Energy Efficiency*. <https://www.usaid.gov/energy/efficiency/economic-impacts>
- U.S. Green Building Council. (2013). The business case for green building. In *USGBC*. <https://www.worldgbc.org/news-media/business-case-green-building-review-costs-and-benefits-developers-investors-and-occupants>
- U.S. Green Building Council. (2021). *LEED scorecard*. USGBC. <https://www.usgbc.org/leed-tools/scorecard>
- UACJ, U. A. de J. (2018). *Conferencia “Certificación LEED y Ahorro de Agua”*. Seminario del Agua. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=SERW_JkAZ0U
- United Nations Foundation. (2015). *Desarrollo Sostenible – United Nations Sustainable Development Sites*. https://unfoundation.org/?gclid=Cj0KCQiA_8OPBhDtARIsAKQu0gYK9JAS7mqH5H9yOk3au9ko6QrD6ApQvvjC61Bo3HdGtVgX0zsp5mkaAsC1EALw_wcB
- USGBC. (2021). *Sistema de clasificación LEED | Consejo de Construcción Ecológica de EE. UU.* <https://www.usgbc.org/leed>
- Vilsmaier, U., & Lang, D. J. (2015). Making a difference by marking the difference: Constituting in-between spaces for sustainability learning. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 16, 51–55. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.07.019>
- Yumbo Chimbo, J. F. (2020). El crecimiento empresarial y rendimiento financiero en la industria de la construcción en el Ecuador [Universidad Técnica de Ambato]. In *Repositorio Digital*. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30813>

APÉNDICES

APÉNDICE A

**MAPA DE ZONAS CLIMÁTICAS Y TABLA DE VALORES DE
RADIACIÓN SOLAR EN ECUADOR**

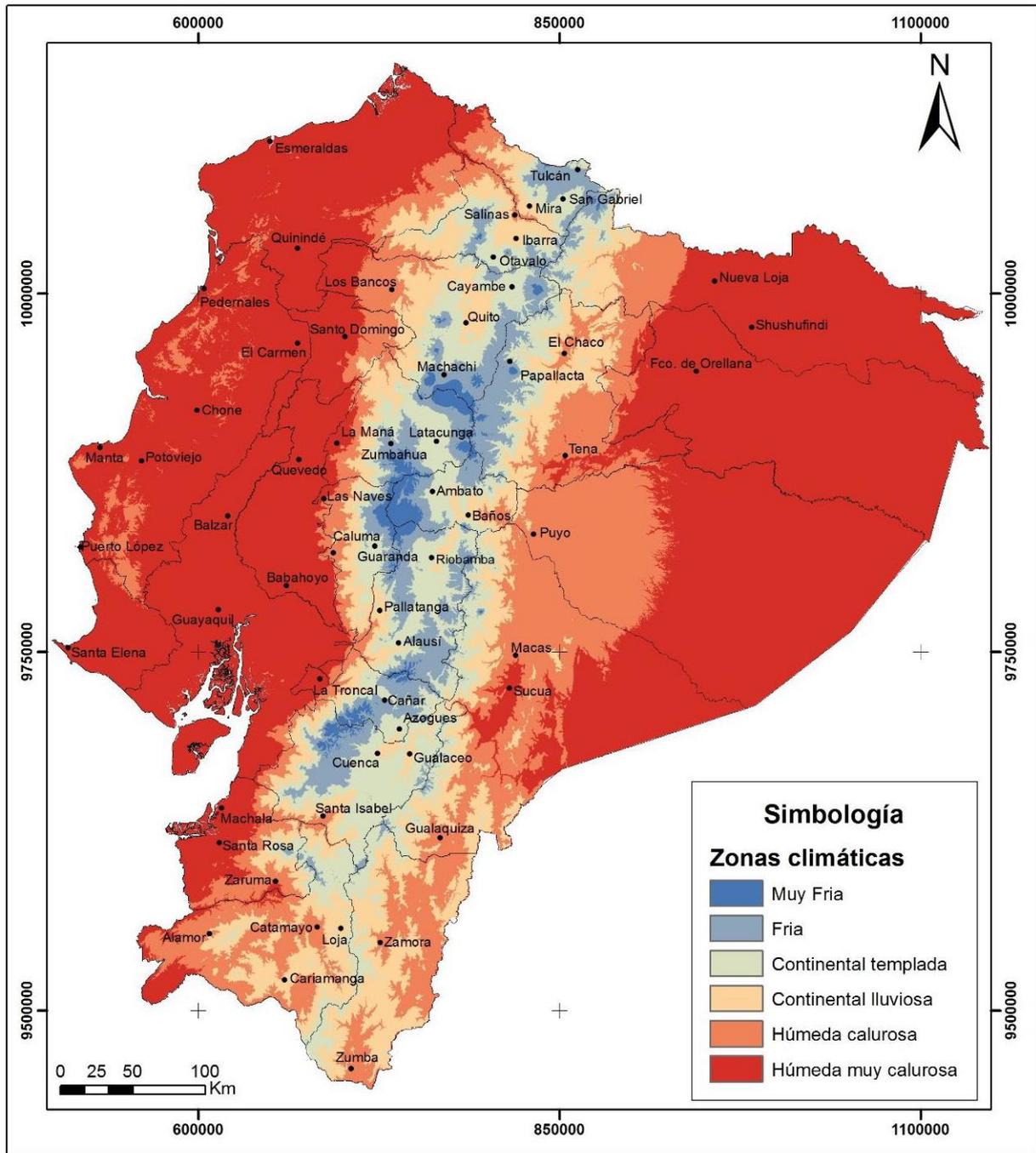


Figura A.1 Mapa de zonas climáticas del Ecuador, (NEC, 2015)

Tabla A.1 Datos de radiación solar en el Ecuador, (NEC, 2011)

PROVINCIA	CIUDAD	Wh/m²/día
Carchi	Tulcán	4200
Esmeraldas	Esmeraldas	4350
Imbabura	Ibarra	5250
Manabí	Portoviejo	4650
Pichincha	Quito	5075
Tsáchilas	Santo Domingo	4650
Cotopaxi	Latacunga	4800
Napo	Tena	4350
Santa Elena	Salinas	4350
Guayas	Guayaquil	4513
Los Ríos	Babahoyo	4650
Bolívar	Guaranda	4800
Tungurahua	Ambato	4650
Chimborazo	Riobamba	4200
Pastaza	Puyo	4200
Cañar	Azogues	4500
Morona Santiago	Macas	4050
Azuay	Cuenca	4350
El Oro	Machala	4200
Loja	Loja	4350
Zamora Chinchipe	Zamora	4350
Galápagos	Puerto Ayora	5835

APÉNDICE B

DISTRIBUCIÓN DE PROYECTOS EDGE EN ECUADOR

PROYECTOS EDGE EN ECUADOR

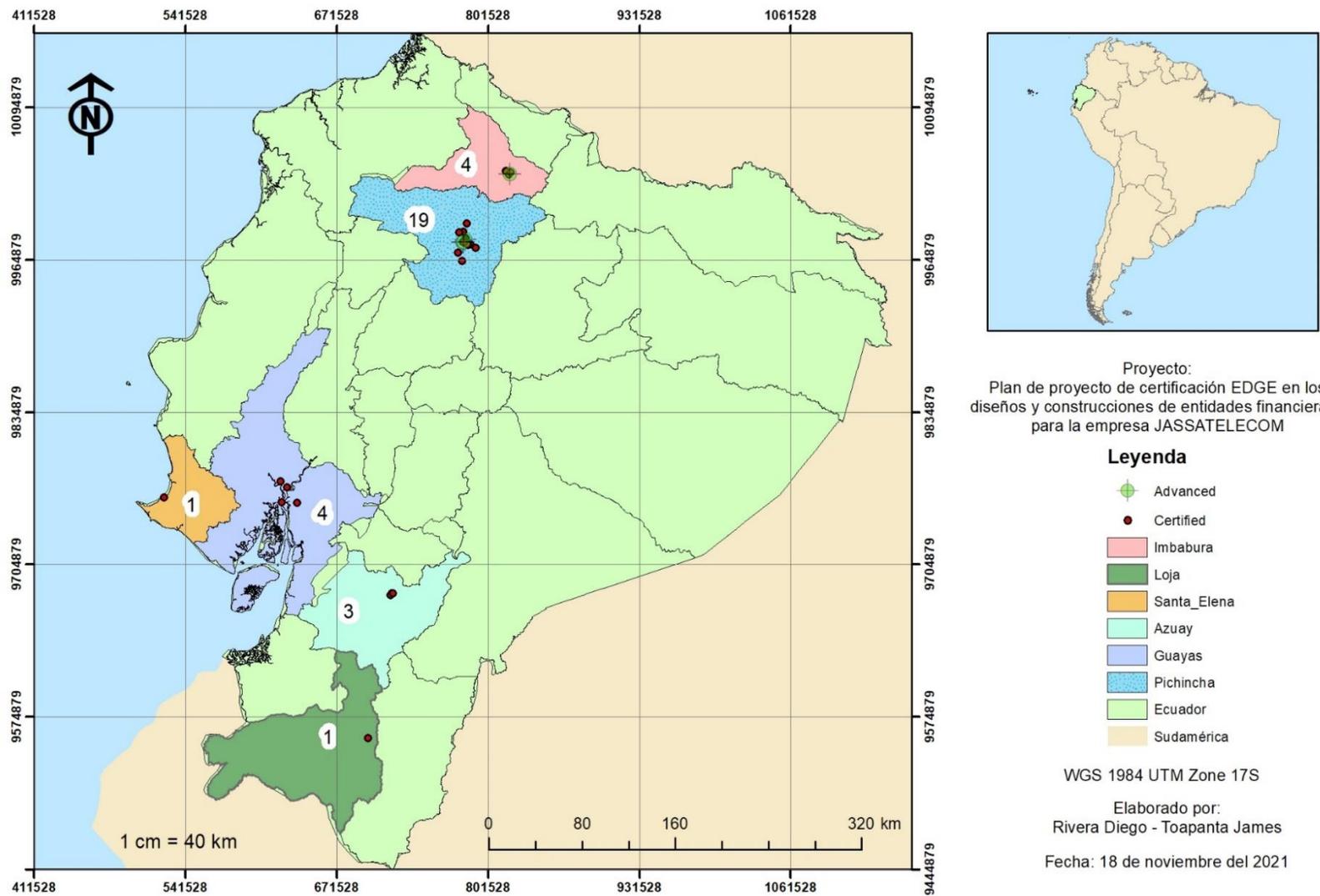


Figura B.1 Mapa de proyectos con certificación EDGE en Ecuador (Rivera & Toapanta, 2021)

EDGE ADVANCED ECUADOR

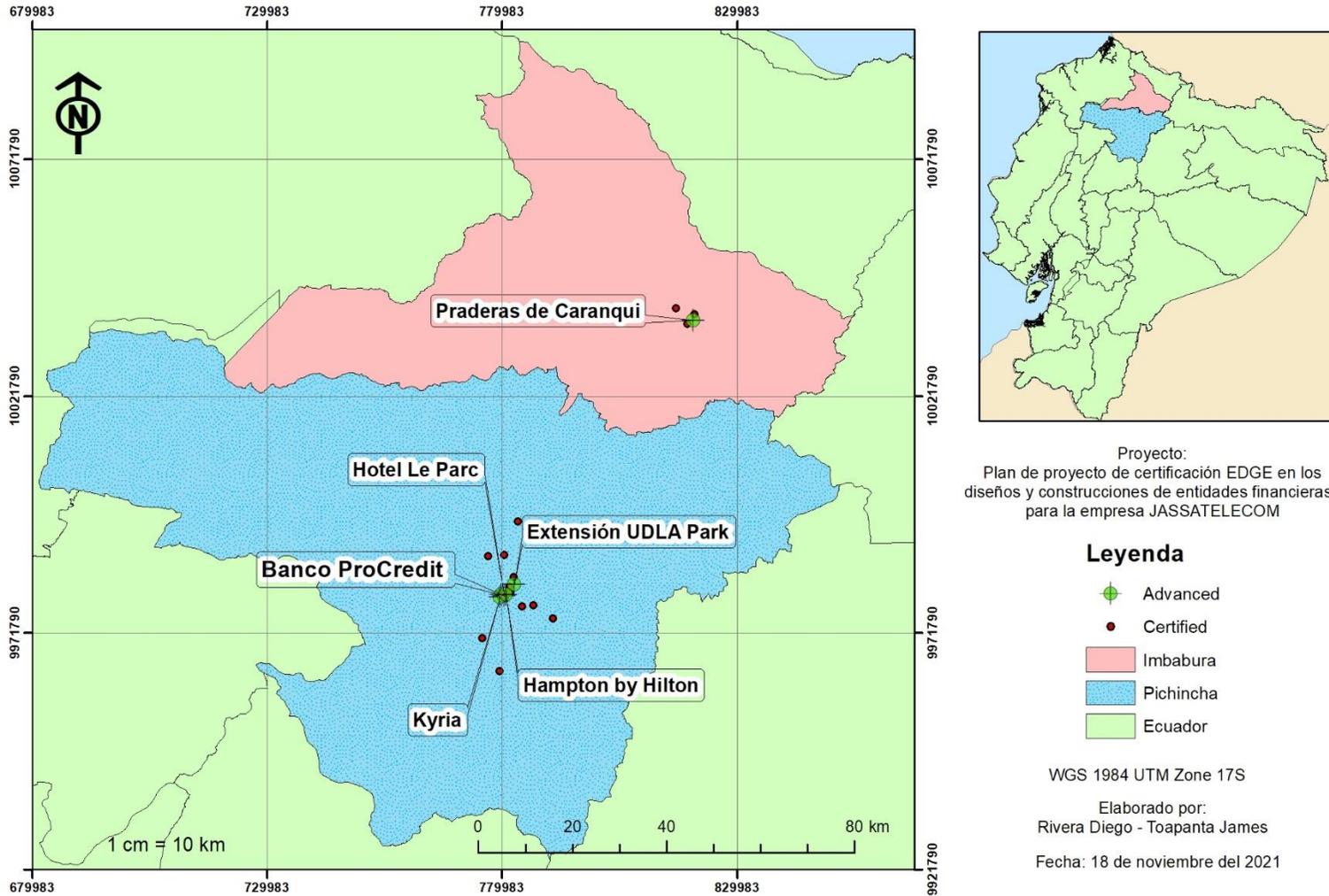


Figura B.2 Mapa de proyectos con certificación EDGE Advanced en Ecuador (Rivera & Toapanta, 2021)

APÉNDICE C

TARIFA DE SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Tabla C.1 Precio medio de energía eléctrica (Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2021)

EMPRESA	DISTRIBUIDORA / UNIDAD DE NEGOCIO	NIVEL DE VOLTAJE				TOTAL
		Residencial	Comercial	Industrial	Otros	
cUSD/k Wh						
EMPRESAS ELÉCTRICAS - EE	AMBATO	10,62	10,45	9,23	6,95	9,82
	AZOGUES	11,08	10,61	7,75	7,78	9,66
	CENTRO SUR	10,96	10,90	8,32	7,97	9,83
	COTOPAXI	11,32	10,45	7,80	7,42	9,00
	NORTE	10,57	10,74	9,01	7,20	9,92
	QUITO	9,76	10,02	8,20	7,99	9,33
	RIOBAMBA	11,13	10,60	8,25	7,36	10,05
	SUR	10,75	10,74	7,87	8,03	9,70
	GALÁPAGOS	10,59	10,89	10,32	9,04	10,48
	SUB TOTAL - EE	10,27	10,29	8,27	7,76	9,53
CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD - CNEL	UN - BOLÍVAR	11,27	10,67	11,84	8,16	10,78
	UN - EL ORO	10,43	10,26	8,39	7,19	9,24
	UN - ESMERALDAS	9,99	10,73	8,95	6,85	9,26
	UN - GUAYAQUIL	10,16	10,35	7,23	6,96	9,04
	UN - GUAYAS LOS RÍOS	10,86	10,83	8,71	6,12	9,45
	UN - LOS RÍOS	9,85	11,38	9,56	7,99	9,79
	UN - MANABÍ	10,15	10,75	8,33	6,27	9,16
	UN - MILAGRO	10,17	10,75	8,14	7,49	9,12
	UN - SANTA ELENA	10,47	10,78	8,65	7,69	9,41
	UN - SANTO DOMINGO	10,31	10,61	8,50	7,70	9,78
	UN - SUCUMBÍOS	10,45	10,36	7,05	7,73	8,07
	SUB TOTAL - CNEL	10,32	10,54	7,83	6,90	9,18
NACIONAL	TOTAL	10,31	10,44	7,99	7,12	9,31

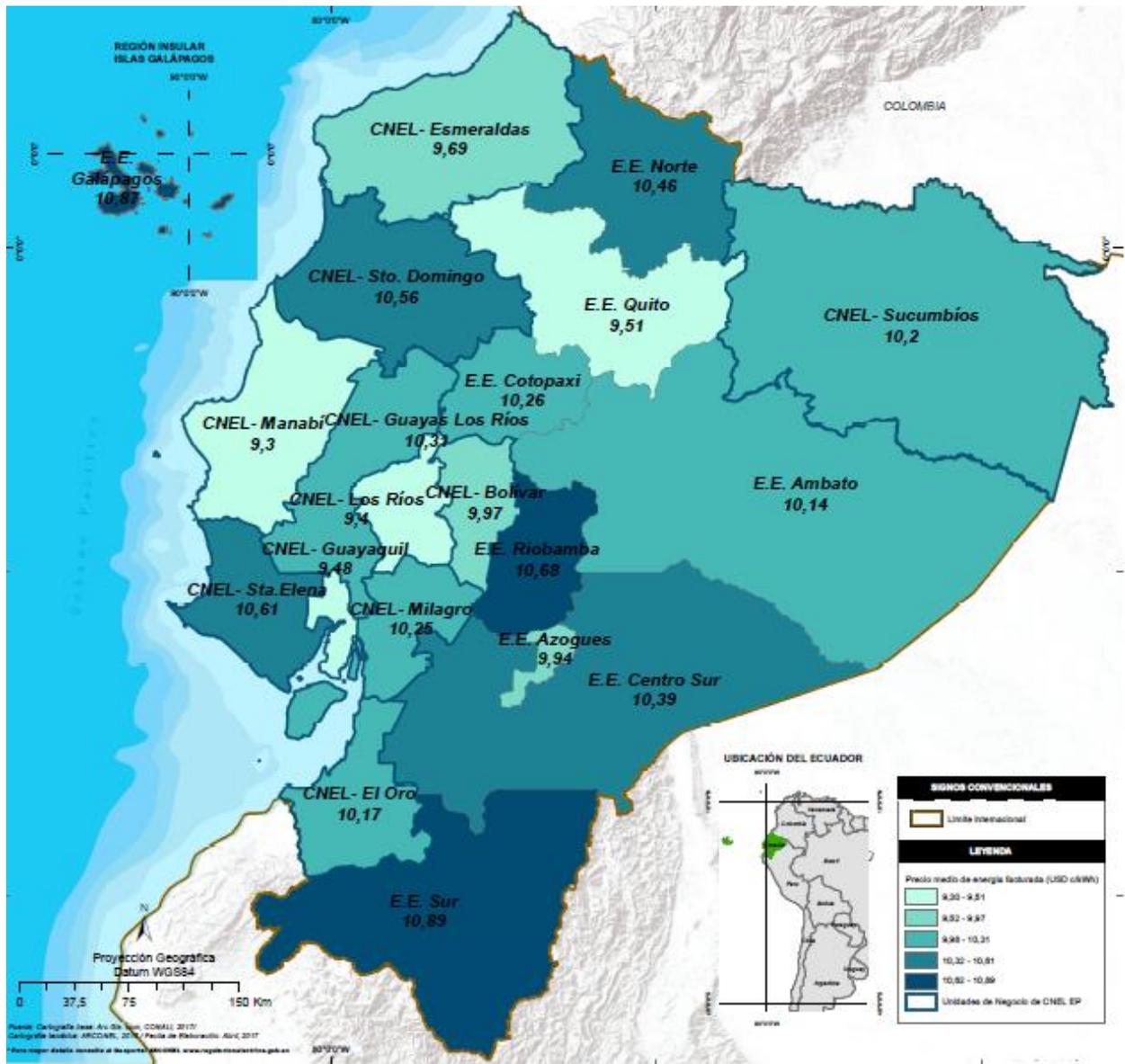


Figura C.1 Precio medio de energía Facturada 2017 (Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2021)

APÉNDICE D

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA CASO “EDGE CERTIFIED”

Nombre del Oferente: Diego Rafael Rivera Bedón y James Ariel Toapanta Cabascango
Proyecto: Construcción de Cooperativa de Ahorro y Crédito Metrópolis

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 4.05 **Unidad** m2
Detalle: Pintura Viniltex Satinado
Rendimiento: 3,12 **Unidades/hora** 0,32 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-	0,0621	
Andamio metálico	0,4000	0,3500	0,1400	0,3200	0,0448	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0,1069	

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO D2	1,0000	3,8800	3,8800	0,3200	1,2416	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					1,2416	

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Lija de agua N100	u	0,2000	0,3400	0,068	
Pintura Viniltex Satinado (Látex Satin bajo olor)	galón	0,0400	25,9000	1,036	
Pintura imprimante blanca (Sellomax Sellador Antialcalino)	galón	0,0500	21,9000	1,095	
	-		-	0	
	-		-	0	
	-		-	0	
	-		-	0	
	-		-	0	
	-		-	0	
	-		-	0	
	-		-	0	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				2,1990	

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	

Descripción: Colocar imprimante luego de 28 días de secado del enlucido. Se dará dos manos para el acabado, aplicar segunda mano después de 2 horas de secado.

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	3,5475
2	GASTOS GENERALES(GG)	6,00% x (CD)	0,2128
3	UTILIDAD (UT)	4,00% x (CD)	0,1419
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	10,00% x (CD)	0,3547
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	4,2570
	VALOR OFERTADO		4,26

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

LUGAR Y FECHA

FIRMA

Nombre del Oferente: Diego Rafael Rivera Bedón y James Ariel Toapanta Cabascango
Proyecto: Construcción de Cooperativa de Ahorro y Crédito Metrópolis

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 8.22 **Unidad** unidad
Detalle: Instalación de grifería para fregadero de cocina
Rendimiento: 0,33 **Unidades/hora** 3,030 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-		1,2982
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)						1,2982

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1	0,2000	4,2900	0,8580	3,0303		2,6000
EO D2	1,0000	3,8800	3,8800	3,0303		11,7576
EO E2	1,0000	3,8300	3,8300	3,0303		11,6061
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						25,9636

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
				0
Silicón 20ml	u	0,5000	1,0000	0,5
Juego Monocomando para Cocina DALIA E511.01/D3E	u	1,0000	115,5000	115,5
Fregadero de un pozo con escurridor de 80cm BL-834	u	1,0000	74,9300	74,93
	-		-	0
	-		-	0
	-		-	0
	-		-	0
	-		-	0
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				190,9300

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-		-
		-		-		0
		-		-		0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						-

Descripción:
 No utilizar llaves dentadas para ajustar la tubería, en caso de que sea absolutamente necesario use un protector de caucho para

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	218,1918
2	GASTOS GENERALES(GG)	6,00% x (CD)	13,0915
3	UTILIDAD (UT)	4,00% x (CD)	8,7277
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	10,00% x (CD)	21,8192
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	261,8302
	VALOR OFERTADO		261,83

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

LUGAR Y FECHA

FIRMA

Nombre del Oferente: Diego Rafael Rivera Bedón y James Ariel Toapanta Cabascango
Proyecto: Construcción de Cooperativa de Ahorro y Crédito Metrópolis

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 8.24 **Unidad** unidad
Detalle: Instalación de llave automática de Ecomatic II para lavabo
Rendimiento: 1 **Unidades/hora** 1,000 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-	0,4284	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0,4284	

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1	0,2000	4,2900	0,8580	1,0000	0,8580	
EO D2	1,0000	3,8800	3,8800	1,0000	3,8800	
EO E2	1,0000	3,8300	3,8300	1,0000	3,8300	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					8,5680	

MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Chicotillo plástico	u	1,0000	7,0000	7		
Reducción de Fe 3/4x1/2 pulg	u	1,0000	4,0000	4		
Teflón 3/4 pulg	u	0,3000	0,4300	0,129		
Llave automática de Ecomatic II para lavabo Gama Pro-Fv E	u	1,0000	54,3200	54,32		
Lavabo Elea Oval para empotrar	u	1,0000	32,1000	32,1		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					97,5490	

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	

Descripción:
Asegurar la instalación de llaves y accesorios, de tal manera que no haya fugas.

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	106,5454
2	GASTOS GENERALES(GG)	6,00% x (CD)	6,3927
3	UTILIDAD (UT)	4,00% x (CD)	4,2618
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	10,00% x (CD)	10,6545
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	127,8545
VALOR OFERTADO			127,85

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

LUGAR Y FECHA

FIRMA

Nombre del Oferente: Diego Rafael Rivera Bedón y James Ariel Toapanta Cabascango
Proyecto: Construcción de Cooperativa de Ahorro y Crédito Metrópolis

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 8.25 **Unidad** unidad
Detalle: Ducha EcoVand Turbo Saver Air
Rendimiento: 1 Unidades/hora 1,000 Horas/unid

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-		0,4284
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)						0,4284

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1	0,2000	4,2900	0,8580	1,0000		0,8580
EO D2	1,0000	3,8800	3,8800	1,0000		3,8800
EO E2	1,0000	3,8300	3,8300	1,0000		3,8300
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						8,5680

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Rejilla redonda tradicional Fv	u	1,0000	6,9200	6,92
Rociador de ducha EcoVand Turbo Saver Air	u	1,0000	20,9500	20,95
Cinta 1 Teflon 12mm X 10m C/Carrete PLASTIGAMA	u	1,0000	0,4300	0,43
Juego mezclador monocromado Fv para ducha	u	1,0000	44,1700	44,17
	-	-	-	0
	-	-	-	0
	-	-	-	0
	-	-	-	0
	-	-	-	0
	-	-	-	0
	-	-	-	0
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				72,4700

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-		-
		-		-		0
		-		-		0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						-

Descripción:	1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	81,4664
La tubería de instalación para duchas será de 1/2 pulgada. Se incluye accesorios.	2	GASTOS GENERALES(GG)	6,00% x (CD)	4,8880
	3	UTILIDAD (UT)	4,00% x (CD)	3,2587
	4	OTROS INDIRECTOS (OI)	10,00% x (CD)	8,1466
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	97,7597
		VALOR OFERTADO		97,76

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

LUGAR Y FECHA

FIRMA

Nombre del Oferente: Diego Rafael Rivera Bedón y James Ariel Toapanta Cabascango
Proyecto: Construcción de Cooperativa de Ahorro y Crédito Metrópolis

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 8.26 **Unidad** unidad
Detalle: Instalación de urinarios de bajo consumo de agua
Rendimiento: 0,5 **Unidades/hora** 2,000 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-		0,4284
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)						0,4284
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1	0,2000	4,2900	0,8580	1,0000		0,8580
EO D2	1,0000	3,8800	3,8800	1,0000		3,8800
EO E2	1,0000	3,8300	3,8300	1,0000		3,8300
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						8,5680
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Llave automática Ecomatic para urinario Gama Pro-Fv E362	u	1,0000	52,1500			52,15
Urinarios Quantum Plus Gama Pro-Fv E399-BL	u	1,0000	65,1100			65,11
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)						117,2600
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-		-
		-		-		0
		-		-		0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						-
Descripción:		1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR) TOTAL CD:		126,2564	
No usar teflón en la		2	GASTOS GENERALES(GG) 6,00% x (CD)		7,5754	
instalación ya que los equipos		3	UTILIDAD (UT) 4,00% x (CD)		5,0503	
llevan incorporados		4	OTROS INDIRECTOS (OI) 10,00% x (CD)		12,6256	
empaques de sellado.		5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI+CD		151,5077	
			VALOR OFERTADO		151,51	

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

LUGAR Y FECHA

FIRMA

Nombre del Oferente: Diego Rafael Rivera Bedón y James Ariel Toapanta Cabascango
Proyecto: Construcción de Cooperativa de Ahorro y Crédito Metrópolis

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 10.14 **Unidad** unidad
Detalle: Sensor de movimiento y luz natural SYLVANIA - P23585
Rendimiento: 0,8 **Unidades/hora** 1,250 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-	-	0,4819
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)						0,4819

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO D2	1,0000	3,8800	3,8800	1,2500	-	4,8500
EO E2	1,0000	3,8300	3,8300	1,2500	-	4,7875
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						9,6375

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Conectores EMT 1/2	u	2,0000	0,3200	-	0,64
Tubo conduit EMT 1/2 x3m	u	1,5000	3,6200	-	5,43
Cable Tw sólido #12	m	3,0000	0,4900	-	1,47
Sensor de movimiento y luz natural SYLVANIA - P23585	u	1,0000	7,0000	-	7
	-		-	-	0
	-		-	-	0
	-		-	-	0
	-		-	-	0
	-		-	-	0
	-		-	-	0
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					14,5400

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	-
		-		-	-	0
		-		-	-	0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						-

Descripción:
Equipos con ángulo de detección de 180° con rango de 12 metros.

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	24,6594
2	GASTOS GENERALES(GG)	6,00% x (CD)	1,4796
3	UTILIDAD (UT)	4,00% x (CD)	0,9864
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	10,00% x (CD)	2,4659
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	29,5913
	VALOR OFERTADO		29,59

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

LUGAR Y FECHA

FIRMA

Nombre del Oferente: Diego Rafael Rivera Bedón y James Ariel Toapanta Cabascango
Proyecto: Construcción de Cooperativa de Ahorro y Crédito Metrópolis

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 10.15 **Unidad** unidad
Detalle: Control de factor de potencia CHINT JFK8-6
Rendimiento: 0,5 **Unidades/hora** 2,000 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-	0,7710	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0,7710	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO D2	1,0000	3,8800	3,8800	2,0000	7,7600	
EO E2	1,0000	3,8300	3,8300	2,0000	7,6600	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					15,4200	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Conectores EMT 1/2	u	2,0000	0,3200	0,64		
Tubo conduit EMT 1/2 x3m	u	1,0000	3,6200	3,62		
Cable Tw sólido #12	m	2,0000	0,4900	0,98		
Control de factor de potencia CHINT JFK8-6	u	1,0000	180,0000	180		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					185,2400	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-	-	-	-	
		-	-	-	0	
		-	-	-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	
Descripción:	1		COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)		TOTAL CD:	201,4310
Espacio de intalación con humedad relativa al 50% a 40°C.	2		GASTOS GENERALES(GG)		6,00% x (CD)	12,0859
	3		UTILIDAD (UT)		4,00% x (CD)	8,0572
	4		OTROS INDIRECTOS (OI)		10,00% x (CD)	20,1431
	5		COSTO TOTAL DEL RUBRO		GG+UT+OI+CD	241,7172
			VALOR OFERTADO			241,72

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

LUGAR Y FECHA

FIRMA

APÉNDICE E

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA CASO “EDGE ADVANCED”

Nombre del Oferente: Diego Rafael Rivera Bedón y James Ariel Toapanta Cabascango
Proyecto: Construcción de Cooperativa de Ahorro y Crédito Metrópolis

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 4.03 **Unidad** m2
Detalle: Impermeabilizante Acrílico Elástico para cubiertas, techos y terrazas color blanco
Rendimiento: 1,8 **Unidades/hora** 0,56 **Horas/unid**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-	0,2499
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0,2499

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EO D2	1,0000	3,8800	3,8800	0,5556	2,1556
EO C1	0,3000	4,2900	1,2870	0,5556	0,7150
EO E2	1,0000	3,8300	3,8300	0,5556	2,1278
			-	-	-
			-	-	-
			-	-	-
			-	-	-
			-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					4,9983

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Lija de agua N100	u	0,2000	0,3400	0,068	
SikaFill-5 Maestro	caneca	0,0400	140,0000	5,6	
				0	
				0	
				0	
				0	
				0	
				0	
				0	
				0	
				0	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				5,6680	

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
					-	
					0	
					0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	

Descripción:
Colocar imprimante con una dilución 3:1 de producto SikaFill-5 Maestro y agua. Colocar acabado sin dilución con agua.

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	10,9163
2	GASTOS GENERALES(GG)	6,00% x (CD)	0,6550
3	UTILIDAD (UT)	4,00% x (CD)	0,4367
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	10,00% x (CD)	1,0916
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	13,0995
	VALOR OFERTADO		13,10

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

LUGAR Y FECHA

FIRMA

Nombre del Oferente: Diego Rafael Rivera Bedón y James Ariel Toapanta Cabascango
Proyecto: Construcción de Cooperativa de Ahorro y Crédito Metrópolis

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 4.05 **Unidad** m2
Detalle: Pintura Duraflex Constructor Wesco color blanco.
Rendimiento: 3,12 **Unidades/hora** 0,32 **Horas/unid**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-	0,0622
Andamio metálico	0,4000	0,3500	0,1400	0,3205	0,0449
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0,1071

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EO D2	1,0000	3,8800	3,8800	0,3205	1,2436
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					1,2436

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Lija de agua N100	u	0,2000	0,3400	0,068	
Pintura Duraflex Constructor Wesco color blanco (SKU: W2100-CA)	caneca	0,0200	92,1100	1,8422	
Pintura imprimante blanca (Sellomax Sellador Antialcalino)	galón	0,0500	21,9000	1,095	
	-	-	-	0	
	-	-	-	0	
	-	-	-	0	
	-	-	-	0	
	-	-	-	0	
	-	-	-	0	
	-	-	-	0	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				3,0052	

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	

Descripción:
 Colocar imprimante luego de 28 días de secado del enlucido. Se dará dos manos para el acabado, aplicar segunda mano después de 2 horas de secado.

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	4,3558
2	GASTOS GENERALES(GG)	6,00% x (CD)	0,2614
3	UTILIDAD (UT)	4,00% x (CD)	0,1742
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	10,00% x (CD)	0,4356
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	5,2270
	VALOR OFERTADO		5,23

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

LUGAR Y FECHA

FIRMA

Nombre del Oferente: Diego Rafael Rivera Bedón y James Ariel Toapanta Cabascango
Proyecto: Construcción de Cooperativa de Ahorro y Crédito Metrópolis

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 10.13 **Unidad** unidad
Detalle: Panel de luz led LUCKYSTAR de 100lm/W
Rendimiento: 40 **Unidades/Día** 0,200 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					-	

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					-	

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Panel de luz led LUCKYSTAR de 100lm/W (LS7D03-2208-1W)	u	1,0000	25,2900	25,29	
			-	0	
			-	0	
			-	0	
			-	0	
			-	0	
			-	0	
			-	0	
			-	0	
			-	0	
			-	0	
			-	0	
			-	0	
			-	0	
			-	0	
			-	0	
			-	0	
			-	0	
			-	0	
			-	0	
			-	0	
			-	0	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					25,2900

TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
			-	-	-		
			-	-	0		
			-	-	0		
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						-	

Descripción:
Solo se incluye materiales.

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	25,2900
2	GASTOS GENERALES(GG)	6,00% x (CD)	1,5174
3	UTILIDAD (UT)	4,00% x (CD)	1,0116
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	10,00% x (CD)	2,5290
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	30,3480
	VALOR OFERTADO		30,35

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

LUGAR Y FECHA

FIRMA

Nombre del Oferente: Diego Rafael Rivera Bedón y James Ariel Toapanta Cabascango
Proyecto: Construcción de Cooperativa de Ahorro y Crédito Metrópolis

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 16.01 **Unidad** unidad
Detalle: Condensador SAMSUNG VRF 56kW
Rendimiento: 0,2 **Unidades/hora** 5,000 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					-	

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					-

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Condensador 200.0K R-410 VRF SMG Modelo AM200JXVAFH/AZ FRIO/CALOR	u	1,0000	13.344,2000	13344,2
		-	-	0
		-	-	0
		-	-	0
		-	-	0
		-	-	0
		-	-	0
		-	-	0
		-	-	0
		-	-	0
		-	-	0
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				13.344,2000

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	

Descripción: Se incluye únicamente el costo del equipo de refrigeración.

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	13.344,2000
2	GASTOS GENERALES(GG)	6,00% x (CD)	800,6520
3	UTILIDAD (UT)	4,00% x (CD)	533,7680
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	10,00% x (CD)	1.334,4200
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	16.013,0400
	VALOR OFERTADO		16.013,04

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

LUGAR Y FECHA

FIRMA

APÉNDICE F

COTIZACIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN VRF

GUALOTUÑA&GUALOTUÑA CIA. LTDA.
RUC:1792076056001

Quito, 17-01-2022
Proforma FD-01-63

Señor
James Toapanta

Presente.

Tenemos el agrado de presentar a usted la siguiente oferta por:

- ❖ Provisión e instalación de Equipos de aire acondicionado.

1.- DESCRIPCIÓN GENERAL:

SOPORTEC, se encargará de realizar la provisión e instalación de los Sistemas y accesorios de acuerdo a las especificaciones. Y de acuerdo a las Normas técnicas Internacionales.

2.- DISEÑO DEL SISTEMA:

Las presentes ofertas realizadas por **SOPORTEC** considera los siguientes trabajos.

- a. **Provisión de equipos** Todos los equipos, los proveerá **SOPORTEC**, como se encuentran indicados en los listados a continuación.
- b. **Puesta en funcionamiento, calibración y pruebas;** del sistema de acuerdo a los parámetros de funcionamiento óptimo.

3.- PRECIO DE LA OFERTA:

ITEM	CARACTERISTICAS	CANT	PRECIO	TOTAL
CONDENSADOR SAMSUNG VRF	CONDENSADOR 200.0K R-410 VRF SMG MODELO AM200JXVAFH/AZ FRIO/CALOR	1	\$13.344,20	\$13.344,20
FAN COIL SAMSUNG VRF	FAN COIL VRF 96.0K BTU R-410 SMG 208/1/60 AM096FNHDCH/AA	2	\$3.234,13	\$6.468,27
BRANCH	MXJ-YA2815M	1	\$230,05	\$230,05
TUBERIA	Tuberia de cobre 3/8 por metro	26	\$3,33	\$86,58

Matriz Quito:

Eloy Alfaro N28-67 y Av. 10 de Agosto
(593) 02 6013 889 / 0979 240 698
ventasquito@sopORTECECUADOR.COM

Sucursal Manta:

Av. 4 de noviembre y calle 309
(593) 05 2920 299 / 0995 773 516
ventasanta@sopORTECECUADOR.COM

Sucursal Guayaquil:

Km. 2 ½ vía Juan Tanca Marengo, Edificio Ordovid, Oficina 1
(593) 04 6003 633 / 0958 896 307
ventasguayaquil@sopORTECECUADOR.COM

TUBERIA	Tuberia de cobre 5/8 por metro	22	\$5,96	\$131,12
TUBERIA	Tuberia de cobre 7/8 por metro	26	\$7,57	\$196,82
TUBERIA	Tuberia de cobre 1 1/8 por metro	22	\$15,24	\$335,28
RUBATEX	Rubatex 3/8X1/2 por 2 metros	13	\$3,10	\$40,30
RUBATEX	Rubatex 5/8X1/2 por 2 metros	11	\$3,10	\$34,10
RUBATEX	Rubatex 7/8X1/2 por 2 metros	13	\$3,10	\$40,30
RUBATEX	Rubatex 1 1/8X1/2 por 2 metros	11	\$3,10	\$34,10
DUCTOS	Ductos de tol galvanizado con aislamiento, por kilogramo	340	\$6,10	\$2.074,00
DUCTO FLEXIBLE	Caja ducto flexible 10" C/aislamiento por caja	8	\$68,57	\$548,56
DIFUSOR	14"X14"	16	\$52,43	\$838,88
REJILLA	22"X22"	6	\$56,57	\$339,42
ACCESORIOS	Accesorios para instalación por equipo (codos de cobre, varillas, propano, uniones)	2	\$95,00	\$190,00
BASES PARA CONDENSADORES	Bases para condensadoras exteriores	1	\$150,00	\$150,00
REFRIGERANTE	R-410, por libra	16	\$4,07	\$65,12
CABLE	Cable de señal 2"x18" por metro	48	\$2,90	\$139,20
DRENAJE	Drenaje para evaporadoras incluye bomba de condensación	2	\$135,00	\$270,00
MANO DE OBRA	Costo de instalación de equipos incluye mano de obra y asesoría técnica con arranque de los mismos	1	\$2.172,29	\$2.172,29
			TOTAL	\$27.728,59

PRECIOS NO INCLUYEN IVA

IMPORTANTE:

No incluye instalaciones eléctricas de acometida.

No incluye resanamiento de gypsum, pared o loza.

No incluye obra civil.

Los valores de tuberia y accesorios son un estimado.



Matriz Quito:

Eloy Alfaro N28-67 y Av. 10 de Agosto
(593) 02 6013 889 / 0979 240 698
ventasquito@sopORTECECUADOR.COM



Sucursal Manta:

Av. 4 de noviembre y calle 309
(593) 05 2920 299 / 0995 773 516
ventasmanta@sopORTECECUADOR.COM



Sucursal Guayaquil:

Km. 2 ½ vía Juan Tanca Marengo, Edificio Ordovid, Oficina 1
(593) 04 6003 633 / 0958 896 307
ventasguayaquil@sopORTECECUADOR.COM



4.- GARANTÍAS:

Garantía Técnica de los Equipos:

SOPORTEC, garantiza el buen funcionamiento de los equipos por un periodo de **(12) doce meses**, a partir de la puesta en funcionamiento y recepción, contra defectos de fabricación y montaje, bajo condiciones de buen uso y un mantenimiento periódico trimestral de todo el sistema.

La garantía, no cubre daños ocasionados por mal manejo, intervención de terceros no autorizados por **SOPORTEC**, daños ocasionados por, terremotos, incendios o similares que no pueden ser acreditados como responsabilidad de **SOPORTEC**.

5.- REPUESTOS Y MANTENIMIENTO:

5.1.- REPUESTOS:

SOPORTEC, está en capacidad de suministrar todos los repuestos necesarios para el buen funcionamiento de los equipos instalados.

5.2.- MANTENIMIENTO

El mantenimiento del sistema de aire acondicionado es un servicio que podrá ser contratado a **SOPORTEC** por el contratante.

6.- CONDICIONES GENERALES DE LA OFERTA:

- **Plazo de Entrega** *A convenir por ambas partes*
- **Forma de Pago** *60% de anticipo y 40% terminada la instalación*
- **Validez de la oferta:** *15 días calendario.*

LA SERIEDAD Y PROFESIONALISMO EN LA EJECUCIÓN DE NUESTROS TRABAJOS SON NUESTRAS PRINCIPALES FORTALEZAS Y LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE NUESTRO FIN.

Esperamos vernos honrados con su decisión.

Ing. Mec. Flavio Duque

Cel. 097-924-0698

E-mail: ventasquito@sopORTECECUADOR.COM



Matriz Quito:

Eloy Alfaro N28-67 y Av. 10 de Agosto
(593) 02 6013 889 / 0979 240 698
ventasquito@sopORTECECUADOR.COM



Sucursal Manta:

Av. 4 de noviembre y calle 309
(593) 05 2920 299 / 0995 773 516
ventasmanta@sopORTECECUADOR.COM



Sucursal Guayaquil:

Km. 2 ½ vía Juan Tanca Marengo, Edificio Ordovid, Oficina 1
(593) 04 6003 633 / 0958 896 307
ventasguayaquil@sopORTECECUADOR.COM

